

Rapport

R34:1982

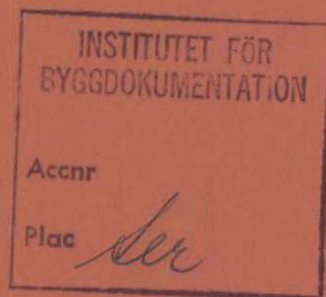
**Luft-vattenvärmepump till
befintlig gruppcentral**

Förstudie i Brunnsberg, Varberg

Thore Abrahamsson

Sten Jonsson

Holger Strååt



Byggeforskningsrådet

R34:1982

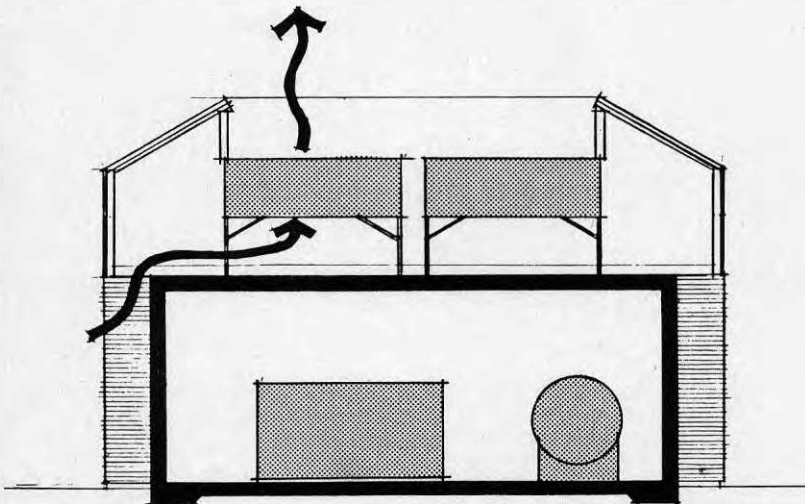
LUFT-VATTENVÄRMEPUMP TILL BEFINTLIG
GRUPPCENTRAL

Förstudie i Brunnsberg, Varberg

Thore Abrahamsson

Sten Jonsson

Holger Strååt



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
811116-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till RNK Installationskonsult AB, Göteborg.

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

R34:1982

ISBN 91-540-3670-4
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm.
LiberTryck Stockholm 1982

INNEHÅLL

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	6
1. INLEDNING	7
2. FÖRUTSÄTTNINGAR	9
2.1 Objektet	9
2.2 Tekniska data	9
3. SYSTEMLÖSNING	12
3.1 Systemets uppbyggnad	12
3.2 Värmepumpanläggning	13
4. EFFEKT- OCH ENERGIBERÄKNINGAR	15
4.1 Effekter	15
4.2 Energiberäkningar	19
4.3 Lokaliteter	25
5. KOSTNADSBERÄKNINGAR	26
5.1 Initialkostnader	26
5.2 Drift- och årskostnader	28
6. ELPANNEKOMPLETTERING	32
7. SLUTSATSER	33
8. REFERENSER	34
BILAGOR	35

FÖRORD

Statens råd för byggnadsforskning har givit RNK Installationskonsult AB, Göteborg ett ekonomiskt bidrag för en förstudie avseende möjligheter att docka en värmepumpänläggning med uteluft som värmekälla till befintlig värmeförsörjningsanläggning för ett bostadsområde i Varberg.

Ifrågavarande bostadsområde förvaltas av Stiftelsen Hyresfastigheter i Varberg, där VD Lars Larsson varit kontaktman i denna fråga. Thore Abrahamsson, som varit projektledare, och Holger Strååt, RNK Installationskonsult AB har svarat för utredningsarbetet, medan Sten Jonsson, Contekton Arkitektkontor AB, Borås biträtt med byggnadstekniska uppgifter. Elverkschefen i Varberg - Henry Andersson - har också på ett positivt sätt medverkat med uppgifter om eltaxor etc. Vad avser ljudtekniska aspekter har Ingemansson Akustik, Göteborg medverkat.

0 SAMMANFATTNING

Föreliggande förstudie behandlar möjligheterna att docka en värmepumpinstallation med uteluft som värmekälla till en befintlig värmeförsörjningsanläggning för ett bostadsområde i Varberg. Den befintliga anläggningen har ursprungligen projekterats för ett maximalt effektbehov av 2,8 MW, men såväl värmevattentemperaturer som årlig energiförbrukning tyder på att det verkliga effektbehovet är lägre - sannolikt ca 2,1 MW.

Tre alternativa storlekar på värmepumpinstallationen har studerats, nämligen att den skall klara det totala behovet vid utetemperaturer högre än +5°C respektive 0 och -5°C. Detta resulterar i dimensionerande värmepumpeffekter av 0,85 respektive 1,15 och 1,45 MW. I det förstnämnda fallet har kompressorer med köldmedium R22 eller R12 studerats. I övriga fall har endast R12 tillämpats.

Den totala kompressoreffekten fördelas på flera enheter med gemensam kondensor. I samtliga studerade alternativ förutsätts pumpcirkulation av köldmediet på förångarsidan. Detta innebär att hela den värmeupptagande ytan nyttjas oavsett hur många kompressorer som är i drift.

Beräkningarna har visat att en värmepumpeffekt av 0,85 MW och R12 som köldmedium ger bästa lönsamhet och är ekonomiskt försvarbart i förhållande till den befintliga anläggningen redan vid dagens energipriser. Om man kalkylerar med viss energiprisökning blir samtliga studerade alternativ ekonomiskt försvarbara, men bästa lönsamhet synes föreligga vid en värmepumpeffekt av ca 1 MW.

Initialkostnaden för en dylik anläggning beräknas till storleksordningen 4,1 miljoner kronor inkl. anslutningsavgifter på elsidan. Detta motsvarar ca 9.000 kronor per m²/år besparad oljeförbrukning. En dylik anläggning resulterar i att den totala förbrukningen av köpt energi reduceras från 6.000 MWh/år till ca 3.000 MWh/år samt att den direkta oljeförbrukningen minskar från 700 m³/år till ca 250 m³/år. Återbetalningstiden vid fast energipris blir för de gynnsammaste alternativen 6 å 6,5 år. De totala årskostnaderna blir vid fast energipris av samma storleksordning som för dagens anläggning. En framtida energiprisökning är dock klart till värmepumpinstallationens fördel.

Installation av elpanna med en effekt av ca 0,4 MW som nyttjas då värmepumpen vid låga utetemperaturer tas ur drift bör övervägas. Även om man ej direkt kan peka på en omedelbar lönsamhet kan det vara en försvarlig åtgärd för att ytterligare minska oljeförbrukningen med ca 23 m³/år. Den marginella merinvesteringen för en dylik installation är ca 0,1 miljoner kronor.

Projektet anses bör fullföljas som experimentanläggning bl a av följande skäl:

- såväl hustypen som gruppcentraler av aktuell storlek är vanligt förekommande.
- lönsamheten är av acceptabel nivå.
- fastigheternas centrala läge samt det faktum att de ägs av ett kommunalt bolag med intresserad driftpersonal och fungerande förvaltning gör det lättillgängligt som demonstrationsobjekt.

1 INLEDNING

Enligt riktlinjerna för Sveriges energiförsörjning måste betydande satsningar nu göras för att minska landets oljeberoende. Ambitionsnivån är den att redan under 1980-talet reducera oljeanvändningen med ca en tredjedel av dagens förbrukning. Därvid bedöms värmepumpstekniken vara en betydande faktor för att kunna uppnå ställd målsättning.

Värmepumpar har under senare år i allt större utsträckning börjat användas för uppvärmningsändamål. Spillvärme är därvid en attraktiv värmekälla, men jordvärme och ackumulerad solenergi har ofta prövats ur forskningssynpunkt. Jordvärmepumpar har bl a fått en relativt stor tillämpning inom villamarknaden. Inte heller uteluft är någon främmande värmekälla, men har mestadels tillämpats i samband med nybyggnation eller för mindre objekt.

För att under en näraliggande framtid påtagligt kunna minska Sveriges oljeberoende är det nödvändigt med åtgärder inom befintlig byggnation. Flerbostadshus i tätbebyggda områden har ofta begränsade tomtytter och tillgången på spillvärme är också normalt relativt sett liten. Detta reducerar möjligheterna för jord- och spillvärmepumpar inom sådana områden. Då kvarstår uteluftsvärmepumpen som en möjlig lösning. Erfarenheter avseende initialkostnader, skötsel och underhåll samt möjlig energibesparing vid en dylik komplettering till befintlig anläggning är dock begränsade. Styrfunktionen är också betydelsefull.

Föreliggande utredning avser att belysa förutsättningarna för att ansluta en värmepumpanläggning med uteluft som värmekälla till en befintlig värmecentral för ett bostadsområde i Varberg. Området omfattar ett flertal flerbostadshus med totalt ca 375 lägenheter respektive 24.000 m² lägenhetsyta. Fastigheterna, som förvaltas av Stiftelsen Hyresfastigheter i Varberg, har uppförts etappvis under 1950/60-talet och har ett sammanlagt maximalt värmeeffektbehov av ca 2,1 MW. Den årliga oljeförbrukningen är av storleksordningen 700 m³.

Värmeanläggningen är ursprungligen dimensionerad för en vattentemperatur på de sekundära värmekretsarna av 90/70°C vid dimensionerande uteluftstillstånd. Viss överdimensionering har dock kunnat konstateras, varför en temperatur av 75/60°C bedöms som tillräcklig vid en dimensionerande utetemperatur av -15°C. Värmepumpanläggningens kondenseringstemperatur måste anpassas efter dessa förutsättningar.

Det är ur såväl teknisk som ekonomisk synpunkt ej intressant att dimensionera värmepumpanläggningen för maximalt effektbehov. Utredningsmässigt skall värmepumpanläggningens storlek anpassas så att anläggningen kan tillgodose hela behovet ned till ett givet gränsvärde för utetemperaturen, där +5 respektive +0 och -5°C kommer att studeras. Då gränsvärdet underskrides startar pannanläggningen, som då körs i serie med värmepumpanläggningen för spetsvärmettillsats. Vid mycket låg utetemperatur stoppar värmepumpanläggningen, varvid pannanläggningen tillgodoser hela behovet.

Komplettering med en mindre elpanna för att nyttja abonnerad el-effekt då värmepumpen ej är i drift kan övervägas.

Beredning av tappvarmvatten sker idag centralt i panncentralen för alla anslutna fastigheter. Detta gör det möjligt att nyttja värmepumpanläggningens överhettningens värme för varmvattenberedning.

Värmepumpaggregaten har förutsatts vara eldrivna, varför lönsamheten i hög grad påverkas av prisrelationen mellan olja och el-energi. Vid lönsamhetsbedömningen kommer därför priset för dessa energislag att varieras. Som framgår i det följande ger en värmepumpanläggning dimensionerad för +5 ä ⁺0°C utetemperatur en snar lönsamhet, medan lönsamheten för en anläggning dimensionerad för att tillgodose hela behovet vid -5°C är tveksam.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 Objektet

Aktuellt studieobjekt är ett befintligt bostadsområde i Varberg omfattande totalt 374 lägenheter med en sammanlagd yta av 24.172 m² jämte 32 butiker och andra lokaler samt 76 garage. Lägenheterna och övriga utrymmen är fördelade på sex fastigheter enligt bilagda situationsplan, bilaga 1. Fastigheterna i kvarteren Dolken och Sadeln innehållande tillsammans 191 lägenheter jämte andra utrymmen har uppförts under åren 1954-57, medan resterande fastigheter uppförts 1962-65. Fastigheterna har tre bostadsvåningar plus källare.

Utöver nämnda fastigheter är en mindre lekskola ansluten till den gemensamma värmeförsörjningsanläggningen.

Några energihushållande åtgärder av betydelse har ej vidtagits i fastigheterna.

2.2 Tekniska data

Värmeförsörjningen tillgodoses från en gemensam värmecentral belägen i källarplan i norra delen av fastigheten kv. Sadeln. Värmecentralen innehåller tre pannor av typ MEG à ca 1.000 kW (850 Mcal/h) märkeffekt och med 1969 som tillverkningsår. Brännarna är av fabrikat Looser R4T med reglerområdet 55-160 kg/h och eldas med Eo4 LS.

Maximalt värmeeffektbehov har i konstruktionshandlingarna angivits till ca 2,8 MW fördelat enligt följande figur 1. Med ledning av tillämpade tilllopps- och returtemperaturer samt erfarenheter avseende oljeförbrukningen kan det dock ifrågasättas om inte denna effektuppgift är för hög. Det finns därför anledning att återkomma till denna fråga.

Förbrukare	Värmegrupp	Pump l/min	Effekt kW
Varmvattenberedning	Primär		350
Tvättstugeaggregat	Primär		150
Vent.aggr., butiker	Primär		70
Radiatorer			
Kv Sadeln	Sekundär gr 1	260	370
Kv Lansen	Sekundär gr 2	475	640
Kv Pilbågen	Sekundär gr 3	425	620
Kv Dolken	Sekundär gr 4	465	580
Summa	-	-	2.780

Figur 1. Effektbehovsfördelning enligt konstruktionshandlingar.

Primärkretsen har tre parallellkopplade cirkulationspumpar med volymflödet 1.050, 1.050 respektive 500 l/min.

Den befintliga värmeförsörjningsanläggningens principiella uppbyggnad framgår av principschema, bilaga 2. Där kan bl a konstateras att anläggningen är uppdelad i en primär värmekrets med ett flertal sekundära shuntgrupper. Samtliga shuntventiler och sekundärpumpar är placerade i värmecentralen. Shuntventilerna är placerade som fördelningsventiler i primärkretsen, vilket innebär att viss del av det primära framledningsvattnet recirkulerar i returledningen och höjer returtemperaturen i primärkretsen. Denna lösning är ej önskvärd om anläggningen förses med värmepump. Primärkretsen är dimensionerad för +110°C utgående temperatur, men arbetar normalt med ca +100°C.

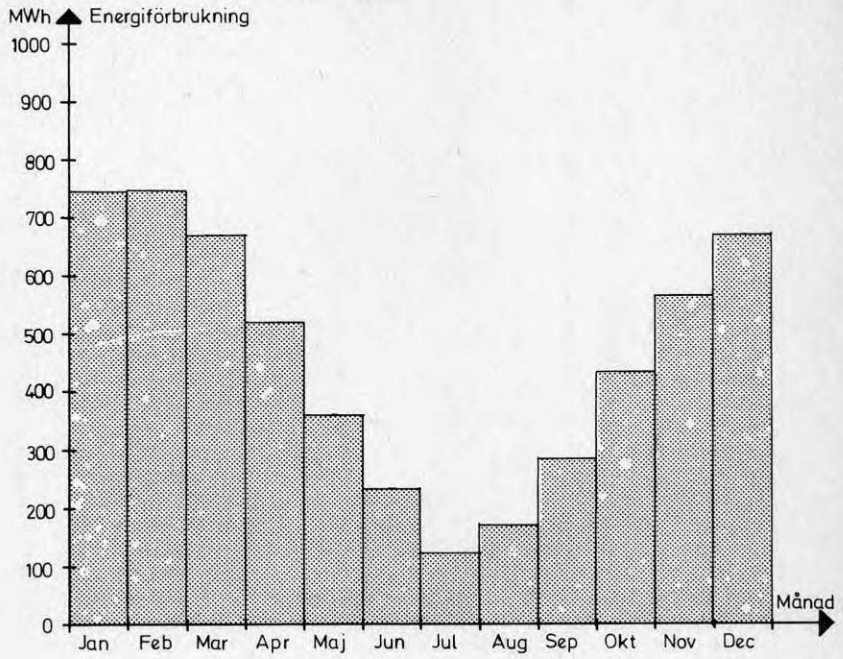
Varmvattenberedningen sker centralt i värmecentralen för samtliga fastigheter. Beredningen sker dels i en plattvärmväxlare, dels via ett tubbatteri i en förrådsberedare.

De sekundära värmesystemen är dimensionerade för 90/70°C vid dimensionerad utetemperatur. Normalt arbetar man dock med en temperaturnivå av 75/60°C vid lägsta utetemperatur, vilket tyder på ca 25 % överdimensionering. Med ledning därav skulle det sannolika maximala behovet vara 2,1 MW.

Den årliga oljeförbrukningen har varierat mellan 662 och 759 m³ under de senaste fem åren. Med beaktande av graddagarna för respektive år beräknas normalårsförbrukningen till i genomsnitt 700 m³, motsvarande storleksordningen 6.000 MWh/år. Med beaktande av antalet gradtimmar för orten styrker även detta värde föregående påstående att maximalt effektbehov ej är högre än 2 à 2,1 MW. Beräkningarna kommer därför att baseras på denna förutsättning.

Angiven energiförbrukning beräknas vara fördelad under året enligt följande figur 2.

Med ledning av erfarenhet från andra objekt uppskattas ca 3,5 MWh per lägenhet och år eller totalt ca 1.400 MWh/år åtgå för varmvattenberedning. Detta motsvarar ca 25 % av den totala årliga värmeförbrukningen.



Figur 2. Energiförbrukningens fördelning under ett år.

3 SYSTEMLÖSNING

3.1 Systemets uppbyggnad

Avsikten är att docka en värmepumpänläggning av typen luft-vatten till befintlig värmeförsörjningsanläggning. Värmepumpens arbetstemperatur samt dess kapacitet i förhållande till det maximala effektbehovet har därvid avgörande betydelse för dess inkoppling till det befintliga nätet. Om värmepumpänläggningen dimensioneras för maximalt behov synes parallellkoppling till befintliga pannor vara en naturlig lösning. Med en mera begränsad värmepumpeffekt kan såväl parallell- som seriekoppling diskuteras.

I här aktuellt fall skall uteluft nyttjas som värmekälla för värmepumpänläggningen. Utan närmare studier kan då fastläggas att det är vare sig tekniskt eller ekonomiskt intressant att dimensionera värmepumpen för maximalt effektbehov utan för en mindre effekt. Värmepumparna skall då kunna tillgodose hela behovet ned till en viss lägsta utetemperatur, varefter den befintliga pannanläggningen antingen nyttjas för spetsvärmetillsats eller helt övertar värmeförsörjningen.

I det förstnämnda fallet är en seriekoppling av värmepump- och pannanläggning klart att föredra. Värmepumpen kopplas då så att den förvärmer returvästnet innan det kommer till pannan. Detta resulterar i en lägre kondenseringstemperatur och därmed bättre värmefaktor för värmepumpen i förhållande till parallellkoppling.

För att tillgodose temperaturbehovet för tappvarmvatten och varmhållning av oljelager kan värmepumpen utrustas med en hetgaskylare för nyttiggörande av överhettningensvärmes. Där erhålls en högre temperatur än vad som motsvarar kondenseringstemperaturen. Vid behov kan dock varmvattnet värmas av oljepannan.

Lösningen med hetgaskylare är ej intressant i det fall anläggningen skulle förses med enbart skruvkompressorer, då överhettningensvärmes är försumbart.

Oljelagret består av två tankar à 50 m³, som är nedgrävda. För att säkerställa varmhållningen till +60°C av dessa installeras en mindre elpanna à ca 10 kW.

Mot ovanstående bakgrund erhålls en principiell lösning i utförande enligt bilaga 3. Värmepumpänläggningen är således installerad i serie med pannanläggningen, men dessutom finns en by pass-ledning, som möjliggör drift förbi pannorna under perioder då värmepumpen tillgodoser hela behovet.

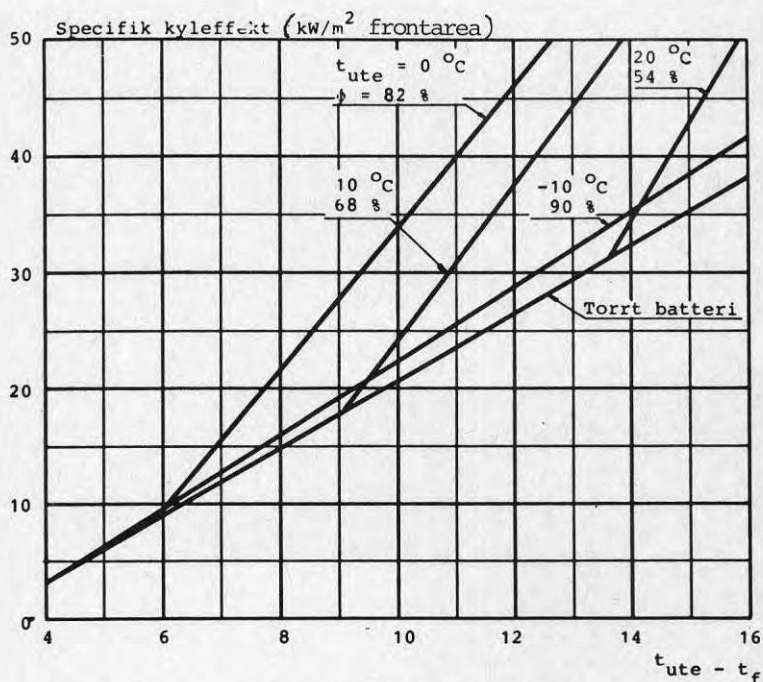
Värmepumpänläggningen beräknas ur bl a effektregeringssynpunkt komma att uppdelas på flera kompressorenheter kopplade till ett gemensamt köldmediesystem. Köldmediesystemet är utformat som ett pumpcirkulationssystem, vilket innebär att köldmedieflödet på förångarsidan upprätthålls med en cirkulationspump från köldmediebehållare. Förutom ökad driftsäkerhet innebär lösningen att samtliga uteluftskylare (förångare) alltid kan nyttjas oavsett om en eller flera kompressorer är i drift. Det medger också sekvensiell hetgasavfrostning av batterierna.

Förutom installation av värmepump med tillhörande utrustning måste shuntgrupperna för de sekundära värmesystemen modifieras. Styrventilerna är idag installerade som fördelningsventiler i primärkretsen, vilket innebär att "outnyttjat primärvatten" shuntas tillbaka till primärvattenkretsen. Detta höjer primärkretsens returtemperatur, vilket försämrar arbetsförhållandena för värmepumpen - speciellt under de tider då värmepump och panna arbetar i serie. Detta problem åtgärdas på så sätt att blandningsventilerna utbytes mot exempelvis 2-vägs strypventiler i primärkretsen. Detta ger ett variabelt flöde, men låg returtemperatur i primärkretsen.

3.2 Värmepumpanläggning

Som tidigare framgått är det ej motiverat att dimensionera värmepumpanläggningen för maximalt effektbehov. Det gäller i stället att välja en dimensionering som ger relativt stor nyttjandetid för installerad effekt. I det följande kommer tre alternativ att studeras, nämligen att värmepumpen skall kunna tillgodose hela värmebehovet ned i en utetemperatur av -5°C respektive -0 och $+5^{\circ}\text{C}$.

De parametrar som bestämmer förångningstemperaturen i ett givet värmepumpsystem är köldmedieflödet och lufthastigheten genom förångaren samt uteluftens temperatur och fuktighet. Genom att vattenången i luften kondenserar på förångarens värmeupptagande ytor ökar dess prestanda kraftigt jämfört med torr luft, vilket belyses med följande figur 3. (Hämtad från Ref. 3).



Figur 3. Specifik kyleffekt hos ett förångarbatteri som funktion av skillnaden mellan uteluftens temperatur och förångningstemperaturen. Köldmedium R22.

Lufthastigheten genom förångarbatteriet bör ej väljas för hög, då störande ljud kan alstras. Storleksordningen 3 à 2,5 m/sek har bedömts som lämplig. Med samma motivering bör långsamtgående fläktar av axialtyp föredras.

Större förångare ger bättre värmefaktor men också högre initialkostnad. Med ledning av tidigare erfarenhet bedöms det som lämpligt att dimensionera förångarytorna för 6 à 8°C temperaturdifferens mellan uteluft och köldmedium vid dimensionerande tillstånd.

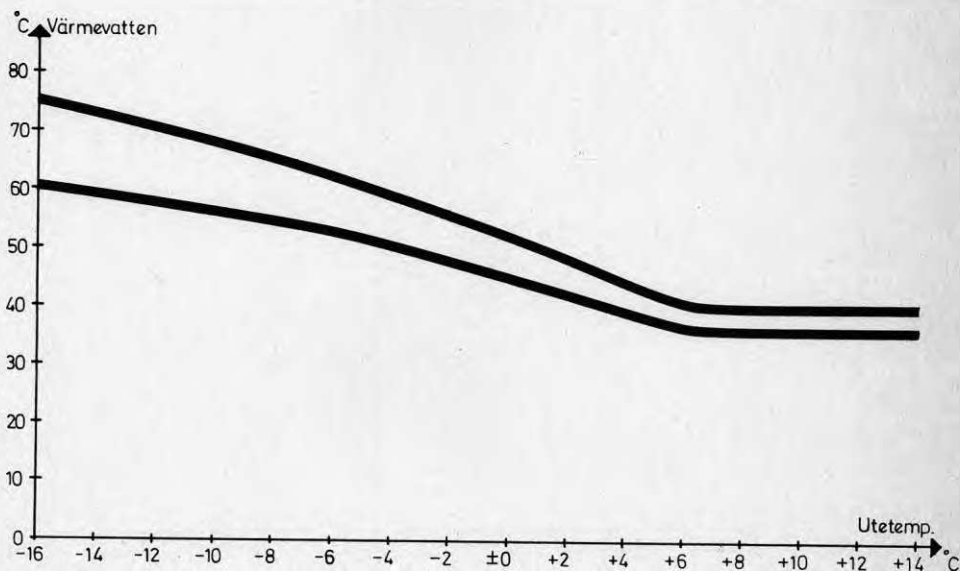
Vid utetemperaturer lägre än ca +7°C avfrostar förångarbatterierna med hjälp av hetgas. I medeltal antas avfrostning då ske varannan timma med ca 5 min per gång och batteri. Energiförbrukningen för avfrostning antas motsvara ca 2 à 2,5 % av kompressorns totala energiförbrukning (enligt Kraft, Fern och Mill, 1979).

På kondensorsidan räknar vi med 6 à 10°C temperaturlyft på värmevattnet samt att kondenseringstemperaturen skall vara ca 5°C högre än utgående vattentemperatur vid dimensionerande drifttillstånd.

4 EFFEKT- OCH ENERGIBERÄKNINGAR

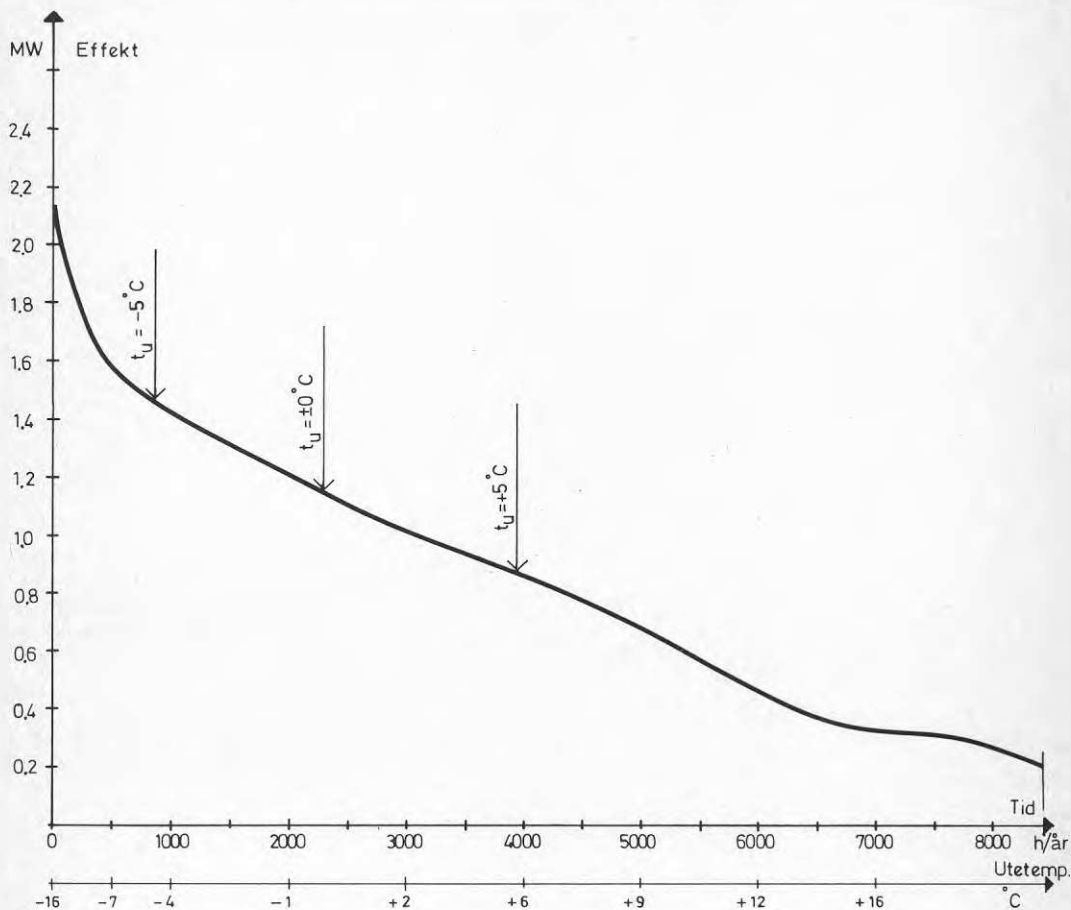
4.1 Effekter

Som tidigare framförts kommer i det följande tre alternativa värmepumpeffekter att studeras. De tre alternativen innebär att värmepumpen dimensioneras för att klara hela behovet ned till en utetemperatur av +5 respektive -0 och -5°C. Därvid är det nödvändigt att känna till värmevattnets temperatur som funktion av utetemperaturen, vilket åskådliggörs i följande figur 4.



Figur 4. Värmewattentemperatur (sekundärkretsar) som funktion av utetemperaturen.

För att dimensionera värmepumpen med tillhörande utrustning samt beräkna dess andel av den totala energiförsörjningen måste man också skapa sig en uppfattning om effektbehovets variation under året, vilket framgår av följande varaktighetsdiagram, figur 5.



Figur 5. Varaktighetsdiagram över effektbehovets variation.

Med ledning av redovisade diagram kan de alternativ som skall studeras sammanställas enligt följande figur 6. För att undvika en optimistisk värdering förutsätts att utgående värmewattentemperatur från värmepumpen skall vara ca 5°C högre än behovet i sekundärkretsarna.

Alternativ	1		2	3
	a	b		
Dim. utelufttemp. °C	+5	+5	+0	-5
Dim. värmepumpeffekt MW	0,85	0,85	1,15	1,45
Dim. värmevattentemp. °C	+50	+50	+55	+65
Dim. kondenserings- temp. °C	+55	+55	+60	+70
Köldmedium	R22	R12	R12	R12
Högsta kondenserings- temp. °C	+60	+80	+80	+80

Figur 6. Studerade värmepumpalternativ.

Vid val av kompressorer i här aktuella effektnivåer kan flera kompressortyper diskuteras, nämligen

- centrifugalkompressorer
- skruvkompressorer
- kolvkompressorer.

Centrifugalkompressorer finns som stora enheter, vilket innebär att investeringen kan bli låg. Den har dock den nackdelen att det är svårt att anpassa den till den aktuella anläggningens varierande effektbehov och temperaturlyft samt att driftsäkerheten blir mindre med endast ett aggregat. En dylik kompressor bedöms därför ej vara intressant i detta sammanhang.

Skruvkompressorer kan också levereras i stora enheter, men det är ej givet att initialkostnaden därmed blir lägre i jämförelse med kolvkompressorer. Verkningsgraden vid dellast är lägre än motsvarande för kolvkompressorer. Skruvkompressorer bör dock klara driftsbetingelserna på tillfredsställande sätt, men p g a att enheternas antal minskar blir driftsäkerheten lägre.

Kolvkompressorer kan uppdelas i öppna respektive hermetiska enheter. I här aktuellt fall blir dock enheterna så stora att öppna aggregat får tillgripas. För att nyttiggöra förlustvärme från drivmotorn kan kylbatteri installeras i kompressorrummet. Genom tillämpning av kolvkompressorer måste, p g a tillgängliga storlekar, anläggningens totala effektbehov fördelas på ett flertal kompressorenheter, vilket ger en god driftsäkerhet. Genom att man har flera enheter kan det övervägas att ej utrusta enheterna med avancerad och verkningsgradssänkande kapacitetsreglering, utan i stället reglera effekten genom sekvensiell in- och utkoppling av enheterna. Varje kompressor kan då arbeta med full effekt. Denna lösning kan övervägas då man har fler än 2 enheter.

Mot ovanstående bakgrund inriktas det fortsatta arbetet på kolvkompressorer. I alternativ 3 kommer dock även en lösning med skruvkompressorer att undersökas, vilket framgår av omstående sammanställning, figur 7.

Valet av kompressorer baseras på det preliminära antagandet att förångningstemperaturen vid dimensionerande tillstånd skall vara 7°C lägre än utetemperaturen samt att kondenseringstemperaturen skall vara 5°C högre än utgående värmevattentemperatur.

Antalet kompressorer bestäms dels av maximal effekt på allmänt förekommande kompressorer, dels av effektregeringsområdet. Carnots totalverkningsgrad sätts i aktuella effektstorlekar till 0,6 vid full drift även om den i vissa fall teoretiskt kan vara något högre.

Det antas att elmotorena i aktuella storlekar har en verkningsgrad av ca 85 %.

Alternativ	1		2	3	
	a	b		a	b
FÖRUTSÄTTNINGAR					
Dim. utetemperatur, °C	+5	+5	+0	-5	-5
Dim. värmepumpeffekt, MW	0,85	0,85	1,15	1,45	1,45
KOMPRESSORER					
Köldmedium	R22	R12	R12	R12	R12
Kolvkompr., antal	2	2	4	7	3
Skruvkompr., antal	-	-	-	-	1
<u>Data för kolvkompr.:</u>					
Förångningstemp., t_2 , °C	-2	-2	-7	-12	-12
Kondenseringstemp., t_1 , °C	+55	+55	+60	+70	+70
Kyleffekt (Q_2)/enhet, MW	0,31	0,32	0,205	0,138	0,11
Värmeffekt (Q_1)/enhet, MW	0,43	0,43	0,29	0,21	0,17
Eleffekt (P)/enhet, MW	0,135	0,135	0,110	0,097	0,078
<u>Data för skruvkompr.:</u>					
Förångningstemp., t_2 , °C	-	-	-	-	-12
Kondenseringstemp., t_1 , °C	-	-	-	-	+70
Kyleffekt (Q_2)/enhet, MW	-	-	-	-	0,60
Värmeffekt (Q_1)/enhet, MW	-	-	-	-	0,94
Eleffekt (P)/enhet, MW	-	-	-	-	0,43
EFFEKTSUMMOR, MW					
Kyleffekt, Q_2	0,62	0,62	0,82	0,966	0,93
Värmeffekt, Q_1	0,86	0,86	1,16	1,47	1,45
Eleffekt, P	0,27	0,27	0,44	0,68	0,67

Figur 7. Sammanställning över kompressordata.

Kylytorna (förångningsbatterierna) för de olika alternativen beräknas efter 7°C undertemperatur relativt luften. Med ca 70 % verkningsgrad erhålles följande förångardata för de olika alternativen.

Alternativ	Dimension. ute-temp. °C	Dimension. kyl-effekt MW	Förångnings-temp. °C	Δi för luften kJ/kg	Utgående luft-temp. ca, °C	Luftflöde m ³ /sek	Förångardata		El-effekt för fläktar, kW
							k·A MW/°C	Front-area vid 2,6 m/sek, ca m ²	
1	+5	0,62	-2	5,8	+0	89	0,155	35	42
2	+0	0,82	-7	5,7	-5	120	0,205	47	57
3	-5	0,95	-12	5,6	-10	141	0,238	54	78

Kondensorsidan dimensioneras för en temperaturdifferens på vattnet av ca 6°C i alternativ 1, respektive 8°C i alternativ 2 och 10°C i alternativ 3. Detta ger ett eleffektsbehov för cirkulationspumparna av ca 2 kW i samtliga alternativ.

4.2 Energiberäkningar

Med ledning av redovisade grundförutsättningar och dimensioneringsdata kan energiförsörjningen för de olika alternativen beräknas, vilket redovisas i följande tabellsammanställningar (figur 9 t o m 12). De redovisas också i varaktighetsdiagram, figur 13.

Figur 9. Energiförsörjning för alternativ 1a (R22)

Utetemp. °C	Varaktig- het h/år	Behov			Värmepump							Pannor MWh	Summa MWh			
		Effekt kW	t _t °C	t _R °C	t ₁ °C	t ₂ °C	η _{ct}	Driveff., kW			Q ₁ kW			φ tot.	Q ₁ MWh	El- energi MWh
								VP	Pumpar O. fläktar	O. fläktar						
-15/-12	40	2,0	75	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	80
-12/-9	100	1,9	70	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	190
-9/-6	260	1,6	65	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416	416
-6/-3	600	1,4	60	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	840	840
-3/±0	900	1,2	55	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.080	1.080
±0/+3	1.000	1,0	50	43	+56	-5	0,54	0,244	0,044	0,70	2,43	700	288	300	1.000	1.000
+3/+6	1.000	0,9	45	38	+55	-2	0,60	0,260	0,044	0,85	2,80	850	304	50	900	900
+6/+9	1.000	0,75	40	35	+50	+1	0,60	0,203	0,044	0,75	3,04	750	247	-	750	750
+9/+12	900	0,50	40	35	+48	+6	0,60	0,118	0,044	0,50	3,09	450	146	-	450	450
+12/+15	900	0,37	40	35	+46	+10	0,60	0,076	0,030	0,37	3,48	333	96	-	333	333
> +15	2.060	0,3	40	35	+45	+14	0,60	0,054	0,025	0,30	3,80	618	163	-	618	618
Totalt	8.760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,97	3.701	1.244	2.956	6.657	6.657

Figur 10. Energiförsörjning för alternativ 1b (R12)

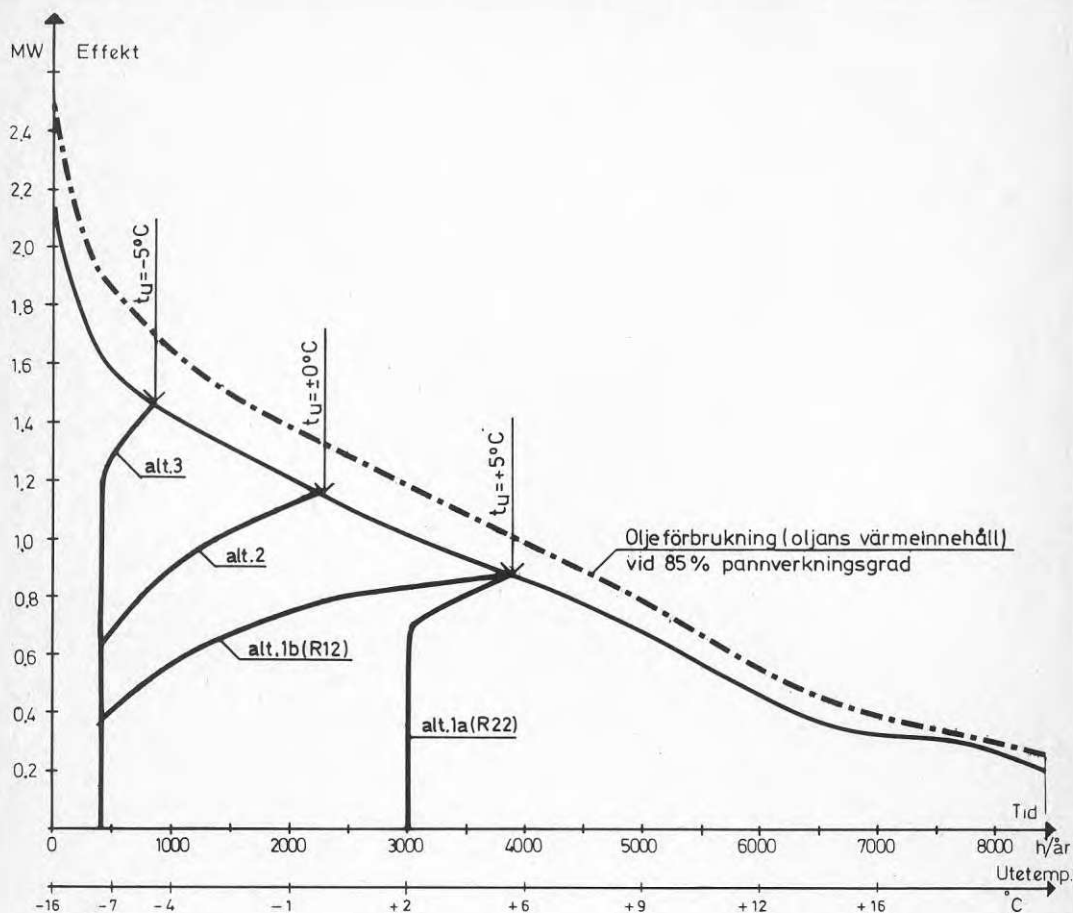
Utetemp. °C	Varaktighet h/år	Behov			Värmepump										Pannor MWh	Summa MWh	
		Effekt kW	t _t °C	t _R °C	t ₁ °C	t ₂ °C	η _{ct}	Driveff., kW			Q ₁ kW	φ tot.	Q ₁ MWh	El- energi MWh			
								VP	Pumpar o. fläktar	O.							
-15/-12	40	2,0	75	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	80
-12/-9	100	1,9	70	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	190
-9/-6	260	1,6	65	54	+60	-10	0,50	0,143	0,044	0,35	1,87	91	49	325	416	504	840
-6/-3	600	1,4	60	50	+58	-9	0,53	0,213	0,044	0,56	2,18	336	155	504	840	504	840
-3/±0	900	1,2	55	47	+57	-7	0,55	0,272	0,044	0,76	2,40	684	285	396	1.080	396	1.080
±0/+3	1.000	1,0	50	43	+56	-5	0,57	0,269	0,044	0,80	2,56	800	313	200	1.000	200	1.000
+3/+6	1.000	0,9	45	38	+55	-2	0,59	0,263	0,044	0,85	2,77	850	307	50	900	50	900
+6/+9	1.000	0,75	40	35	+50	+1	0,60	0,202	0,044	0,75	3,04	750	346	-	750	-	750
+9/+12	900	0,50	40	35	+48	+6	0,60	0,118	0,044	0,50	3,08	450	146	-	450	-	450
+12/+15	900	0,37	40	35	+46	+10	0,60	0,076	0,030	0,37	3,48	333	96	-	333	-	333
> +15	2.060	0,3	40	35	+45	+14	0,60	0,054	0,025	0,30	3,80	618	163	-	618	-	618
Totalt	8.760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,79	4.912	1.760	1.744	6.657	1.744	6.657

Figur 11. Energiförsörjning för alternativ 2 (R12)

Utetemp. °C	Varaktig- het h/år	Behov				Värmepump										Pannor MWh	Summa MWh
		Effekt kW	t _t °C	t _R °C	t ₁ °C	t ₂ °C	η _{ct}	Driveff., kW		Q ₁ kW	φ tot.	Q ₁ MWh	El- energi MWh				
								VP	Pumpar o. fläktar								
-15/-12	40	2,0	75	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	80	
-12/-9	100	1,9	70	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	190	
-9/-6	260	1,6	65	54	62	-12	0,48	0,262	0,059	0,60	1,86	156	84	260	416		
-6/-3	600	1,4	60	50	63	-10	0,50	0,378	0,059	0,90	2,06	540	263	300	840		
-3/±0	900	1,2	55	47	60	-8	0,52	0,428	0,059	1,1	2,26	990	439	90	1.080		
±0/+3	1.000	1,0	50	43	59	-5	0,54	0,361	0,059	1,0	2,38	1.000	420	-	1.000		
+3/+6	1.000	0,9	45	38	55	-1	0,58	0,277	0,059	0,9	2,67	900	336	-	900		
+6/+9	1.000	0,75	40	35	50	+3	0,60	0,195	0,059	0,75	2,95	750	254	-	750		
+9/+12	900	0,50	40	35	48	+7	0,60	0,115	0,050	0,50	3,02	450	149	-	450		
+12/+15	900	0,37	40	35	46	+11	0,60	0,074	0,030	0,37	3,55	333	94	-	333		
> +15	2.060	0,3	40	35	45	+16	0,60	0,050	0,025	0,30	3,97	618	155	-	618		
Totalt	8.760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,61	5.737	2.194	920	6.657		

Figur 12. Energiförsörjning för alternativ 3

Utetemp. °C	Varaktighet h/år	Behov			Värmepump							Pannor MWh	Summa MWh		
		Effekt kW	t _t °C	t _R °C	t ₁ °C	t ₂ °C	η _{ct}	Driveff., kW		Q ₁ kW	φ tot.			Q ₁ MWh	El- energi MWh
								VP	Pumpar o. fläktar						
-15/-12	40	2,0	75	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	80
-12/-9	100	1,9	70	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190	190
-9/-6	260	1,6	65	54	72	-14	0,42	0,623	0,08	1,20	1,70	312	183	104	416
-6/-3	600	1,4	60	50	70	-12	0,45	0,677	0,08	1,40	1,85	840	455	-	840
-3/±0	900	1,2	55	47	63	-8	0,50	0,493	0,08	1,20	2,09	1.080	516	-	1.080
±0/+3	1.000	1,0	50	43	59	-4	0,54	0,356	0,08	1,0	2,29	1.000	436	-	1.000
+3/+6	1.000	0,9	45	38	55	±0	0,59	0,270	0,08	0,9	2,57	900	350	-	900
+6/+9	1.000	0,75	40	35	50	+4	0,60	0,191	0,06	0,75	2,98	750	251	-	750
+9/+12	900	0,50	40	35	48	+8	0,60	0,113	0,05	0,50	3,07	450	147	-	450
+12/+15	900	0,37	40	35	46	+12	0,60	0,072	0,04	0,37	3,30	333	101	-	333
> +15	2.060	0,3	40	35	45	+17	0,60	0,049	0,02	0,30	4,34	618	142	-	618
Totalt	8.760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,43	6.283	2.581	374	6.657



Figur 13. Varaktighetsdiagram visande försörjningsgraden från värmepumpar i de olika alternativen.

Enligt gjorda beräkningar med hjälp av varaktighetsdiagram blir den årliga energiförsörjningen 6.657 MWh, vilket är ca 10 % högre än det värde som motsvarar förbrukad olja. Om man korrigerar för denna avvikelse och samtidigt för ett tillägg av 2 å 2,5 % av elförbrukningen för avfrostning kan resultatet sammanfattas enligt följande figur 14.

Alternativ	Referensalt. (Befintl. anl.)	1a	1b	2	3
Värmepump, MW	-	0,85	0,85	1,15	1,45
VÄRMEFÖRBRUKN., MWh/år	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
FÖRSÖRJNING, MWh/år					
Från pannor	6.000	2.660	1.570	830	340
Från värmepump	-	3.340	4.430	5.170	5.660
KÖPT ENERGI					
Olja, MWh/år	6.000	2.660	1.570	830	340
El, MWh/år	-	1.140	1.625	2.020	2.370
SUMMA	6.000	3.800	3.195	2.850	2.710
Olja m ³ /år	700	310	183	97	40

Figur 14. Energifördelning vid olika alternativ.

4.3 Lokaliteter

Värmepumpanläggningen planeras bli installerad i en fristående byggnad, placerad ungefär enligt situationsplan, bilaga 1.

Värmepumprummet beräknas få en erforderlig takhöjd av ca 3.5 m och uteluftskylarna placeras i huvudsak på byggnadens tak.

Uteluftsfrångarna ger beräkningsmässigt en ljudnivå av 55 dB(A) vid närmaste bostadshusfasad (ca 15 m från värmepumpcentralen). Om markytan utanför bostäderna är att betrakta som rekreationsytor eller om balkonger finns i fasader mot värmepumpcentralen gäller kravet 45 dB(A) dagtid och 40 dB(A) nattetid. Med bullerdämpande åtgärder i form av skärmar kan man reducera ljudnivån med ca 10 dB(A). Ljudnivån inomhus med öppna fönster beräknas enligt ljudkonsulten då bli ca 40 dB(A) och med stängda fönster 25-30 dB(A).

Byggnormens krav på högsta ljudnivå i lägenhet från installation inom byggnad är 30 dB(A) nattetid och 35 dB(A) dagtid. Det kan ifrågasättas om en fristående värmepumpcentral faller inom detta krav.

Erforderliga utrymmesbehov i värmepumprummet är ca 12 x 9 m i alternativ 1, 14 x 9 m i alternativ 2 resp. 21 x 11 m och 17 x 11 m i alternativ 3a och 3b.

5 KOSTNADSBERÄKNINGAR

5.1 Initialkostnader

Initialkostnaderna för de olika alternativen beräknas med ledning av tidigare redovisade uppgifter bli ungefär enligt omstående figur 15. Det bör dock noteras att priserna för närvarande pendlar relativt kraftigt på grund av arbetsmarknads-situationen och konkurrensläge. Det har här antagits att konsult- och administrationskostnader uppgår till 15 % av byggkostnaden.

I figuren redovisade kostnader innefattas ej anslutningsavgifter för el. Eftersom såväl låg- som högspänningstaxa kan diskuteras, föreligger minst två alternativa anslutningskostnader enligt följande preliminära uppgifter.

Alternativ	1		2	3
	a	b		
LÅGSPÄNNING	105	105	168	252
HÖGSPÄNNING				
Anslutningsavgift	17	18	25	33
Ställverk + transformator	185	185	190	195
SUMMA Kkr	202	203	215	228

Figur 16. Anslutningsavgifter, kkr

Alternativ	1		2	3	
	a	b		a	b
Modifiering av shuntgrupper etc i befintl. anl.	100	100	100	100	100
Ny byggnad för värmepump-anläggning	280	300	350	480	400
Ventilation och värme etc för dito	100	100	110	120	120
Värmepumpar	300	450	550	950	650
Vätskeavskiljare med cirkulationspump	160	160	180	200	200
Kondensorer	100	100	130	150	150
Hetgasvärmeväxlare	50	50	60	80	80
Förångare inkl. ljudämp.	600	630	750	900	900
Köldmedialedningar	150	150	180	210	200
Köldmedium	100	70	100	150	150
Elskåp	100	100	130	150	140
Elinstallationer	150	170	200	250	220
Automatik	50	50	60	70	70
Cirkulationspumpar	50	50	70	90	90
Värmeackumulator	100	100	120	150	150
Värmekulvert och interna ledningar för värmebärare, värmepumpar - pannrum	120	120	120	120	120
Summa exkl. mervärdeskatt	2.510	2.700	3.210	4.170	3.740
Mervärdeskatt (11,88%)	300	320	380	500	450
Summa byggkostnad	2.810	3.020	3.590	4.670	4.190
Konsult + administr.	420	450	540	700	630
Tillägg för 1982 års prisnivå ca 10 %	320	350	410	530	480
TOTALT	3.550	3.820	4.540	5.900	5.300

Figur 15. Initialkostnader exkl. anslutningsavgifter för el, kkr.

Med ledning av redovisade byggkostnader och anslutningsavgifter skulle de totala initialkostnaderna bli ungefär enligt följande figur 17.

Alternativ	1		2	3	
	a	b		a	b
Lågspänning	3.655	3.925	4.708	6.152	5.552
Högspänning	3.752	4.023	4.755	6.128	5.528

Figur 17. Totala initialkostnader, kkr.

5.2 Drift- och årskostnader

Driftkostnaderna baseras på ett oljepris av 2.000:- kr/m³, motsvarande ca 230:- kr/MWh. Vad avser elkostnaderna kan enligt uppgift från elverkschefen i Varberg följande taxealternativ diskuteras (angivna priser gäller preliminärt för 1982 och innebär ca 5 % ökning av 1981 års taxa).

Alternativ	1	2	3
LÅGSPÄNNING			
a Fast avgift, kr	50.000	82.000	123.000
Energiavgift inkl. skatt, öre/kWh	19,5	19,5	19,5
LÅGSPÄNNING			
b Effektagift, kr/kW,år	180	180	180
Energiavgift inkl. skatt, öre/kWh			
kl. 06.00 - 22.00	19,1	19,1	19,1
kl. 22.00 - 06.00	15,5	15,8	15,5
HÖGSPÄNNING			
Fast avgift	4.500	4.500	4.500
c Effektagift kr/kW,år	145	145	145
Energiavg. inkl. skatt, öre/kWh			
okt.-april	22	22	22
maj, juni, aug., sept.	16,5	16,5	16,5
juli	13	13	13

Figur 18. Eltaxor.

Effektavgifterna erlaggs för medelvärdet av de fyra högsta månadsvärdena under året för uttagen medeleffekt per timme och antas med ledning av redovisad effekt- och energiförbrukning komma att baseras på ca 70 % av abonnerad effekt.

Kapitalkostnader baseras på 13 % kalkylränta. Ett vägt medelvärde för avskrivningstiden blir ca 22 år, men vi räknar här med 20 år.

Underhållskostnaden beräknas erfarenhetsmässigt uppgå till ca 2 % av initialkostnaden per år, vilket sannolikt ej är i underkant. Skötsel förutsätts kunna ske med samma personal som idag och kräver således ingen ökad kostnad.

Mot ovanstående bakgrund beräknas drift- och årskostnaderna bli enligt följande tabeller 19 t o m 21.

Alternativ	Referens- alt. (bef.anl)	1		2	3	
		a	b		a	b
DRIFTKOSTNAD						
Oljekostnad	1.400	620	366	194	80	80
Elkostnad:						
. Fast avgift	-	50	50	82	123	123
. Energiavgift	-	222	317	395	462	462
Summa	1.400	892	733	671	665	665
UNDERHÅLLSKOSTN.	-	60	65	80	100	90
KAPITALKOSTNAD	-	520	559	670	876	790
ÅRSKOSTNAD	1.400	1.472	1.421	1.421	1.641	1.545

Figur 19. Drift- och årskostnader vid tillämpning av eltaxa a, kkr/år.

Av tabell 19 konstateras, att alternativ 1b ger det gynnsammaste resultatet. De direkta drift- och underhållskostnaderna blir där 798.000 kr/år, vilket innebär en minskning med ca 600.000 kr/år. Ställs detta i relation till tidigare angiven investering blir återbetalningstiden 6,5 år räknat i fast energipris. Återbetalningstiden för samma alternativ med tillämpning av eltaxa b eller c (tabell 20 och 21) blir 6,1 respektive 6,6 år.

Alternativ	Referens- alt. (bef.anl)	1		2	3	
		a	b		a	b
DRIFTKOSTNAD						
Oljekostnad	1.400	620	366	194	80	80
Elkostnad:						
. Effektaggift	-	40	40	63	96	95
. Energiavgift	-	204	291	362	425	425
Summa	1.400	864	697	619	601	600
UNDERHÅLLSKOSTN.	-	60	65	80	100	90
KAPITALKOSTNAD	-	520	559	678	876	790
ÅRSKOSTNAD	1.400	1.444	1.321	1.377	1.577	1.480

Figur 20. Drift- och årskostnader vid tillämpning av eltaxa b, kkr/år

Alternativ	Referens- alt. (bef.anl)	1		2	3	
		a	b		a	b
DRIFTKOSTNAD						
Oljekostnad	1.400	620	366	194	80	80
Elkostnad:						
. Effektaggift	-	32	32	51	78	77
. Energiavgift	-	215	327	416	491	491
Summa	1.400	867	725	661	649	648
UNDERHÅLLSKOSTN.	-	60	65	80	100	90
KAPITALKOSTNAD	-	534	573	677	872	787
ÅRSKOSTNAD	1.400	1.461	1.363	1.418	1.621	1.525

Figur 21. Drift- och årskostnader vid tillämpning av eltaxa c, kkr/år

Med ledning av tabellerna kan konstateras att det är relativt liten differens mellan resultaten för de olika eltaxorna. Avvikelseerna ligger i flertalet fall inom felmarginalen. Slutligt ställningstagande får göras i samband med konkreta förhandlingar med eldistributören.

Vidare kan konstateras att årskostnaderna med värmepump för alternativen 1 och 2 blir av samma storleksordning som för drift med enbart panna. För alternativ 3 blir dock årskostnaderna 6 å 18 % högre. Vid dagens energipriser ger en lösning enligt alternativ 1b den bästa lönsamheten, men skillnaden till övriga alternativ är så liten, att en förändring av energipriserna kan förändra förhållandena. Genom att årskostnadsskillnaden är så liten kan man nöja sig med att studera ackumulerad årskostnad för exempelvis en femårsperiod vid olika prisutvecklingar, vilket åskådliggörs i följande figur 22 (baserad på taxa b).

Alternativ	Referensalt. (bef.anl)	1		2	3	
		a	b		a	b
El 5%, olja 10%	8.547	8.033	7.183	7.322	8.247	7.761
El 10%, olja 10%	8.547	8.175	7.375	7.569	8.549	8.063
El 5%, olja 15%	9.440	8.428	7.417	7.445	8.298	7.812
El 10%, olja 15%	9.440	8.570	7.608	7.692	8.600	8.104
El 15%, olja 15%	9.440	8.725	7.820	7.963	8.932	8.445

Figur 22. Ackumulerad årskostnad för 5 år vid olika prisutvecklingar, kkr

Av tabellen konstateras, att alternativ 1b ger det gynnsammaste resultatet vid samtliga studerade antaganden avseende prisutvecklingen. Generellt gäller dock att skillnaden i kostnader mellan alternativ 1b och alternativ 2 är relativt liten, varför en dimensionerande effekt som ligger mellan dessa två alternativ kan vara den rätta. Det skulle innebära att värmepumpen laggningen dimensioneras för att tillgodose det totala värmebehovet vid utetemperaturer högre än +2 å 3°C.

6 ELPANNEKOMPLETTERING

Enligt beräkningarna under avsnitt 4 avtar värmepumpens eleffektbehov vid fallande utetemperatur lägre än dimensioneringstemperaturen. Vid utetemperatur lägre än ca -8°C träder värmepumpen helt ur funktion, varvid den abonnerade eleffekten ej är utnyttjad. Det kan därvid övervägas att komplettera anläggningen med en elpanna för att vid låga utetemperaturer nyttja den tillgängliga eleffekten.

I alternativ 1b uppgår den abonnerade eleffekten för värmepump-anläggningen till ca 300 kW och i alternativ 2 till ca 500 kW. Eftersom beräkningsresultaten tyder på en värmepumpeffekt som ligger mellan dessa två alternativ kan en elpanneeffekt av ca 400 kW vara rimlig. Initialkostnaden för en dylik komplettering är av storleksordningen 100.000 kronor. Med hjälp av elpannan kan man då ytterligare reducera oljeberoendet med ca 200 MWh, motsvarande 23 m^3 olja.

Driftkostnadsförändringen blir vid tillämpning av eltaxa b följande:

Elenergikostnad för 200 MWh/år ca	36.000 kr/år
Avgår besparad olja à $23 \text{ m}^3/\text{år}$	- 46.000 kr/år
<u>Driftkostnadsförändring</u>	<u>- 10.000 kr/år</u>

Elpannekompletteringen skulle således ge en driftkostnadsreduktion av 10.000 kr/år, vilket skall ställas i relation till en merinvestering av ca 100.000 kronor. Det senare värdet ger en kapitalkostnad av ca 14.000 kr/år och man skulle således få en årskostnadsförlust av 4.000 kr/år vid fast energipris. Med en energiprisökning av 10 % per år för både el och olja skulle man däremot få en återbetalningstid av ca 7 år.

En elpannekomplettering är således ej direkt lönsam, men med hänsyn till framtida energiprisökning kan kompletteringen övervägas.

7 SLUTSATSER

Beräkningarna har visat att man genom att docka en värmepump-
läggning till befintlig pannanläggning och dimensionera den för
40 ä 70 % av det maximala värmeeffektbehovet kan reducera för-
brukningen av köpt energi med ca 35 ä 55 % och den direkta
oljeförbrukningen med 55 ä 94 %. Om man kalkylerar med viss
energiprisökning per år är samtliga studerade alternativ öko-
nomiskt försvarbara i förhållande till befintlig anläggning.
Bästa lönsamhet synes dock föreligga om värmepump-
anläggningen dimensioneras för att ensam klara hela effektbehovet ned till
en utetemperatur av +2 ä 3°C och därefter arbeta i serie med
pannanläggningen. Lösningen innebär att värmepump-
anläggningen utföres för köldmedium R12 eller motsvarande.

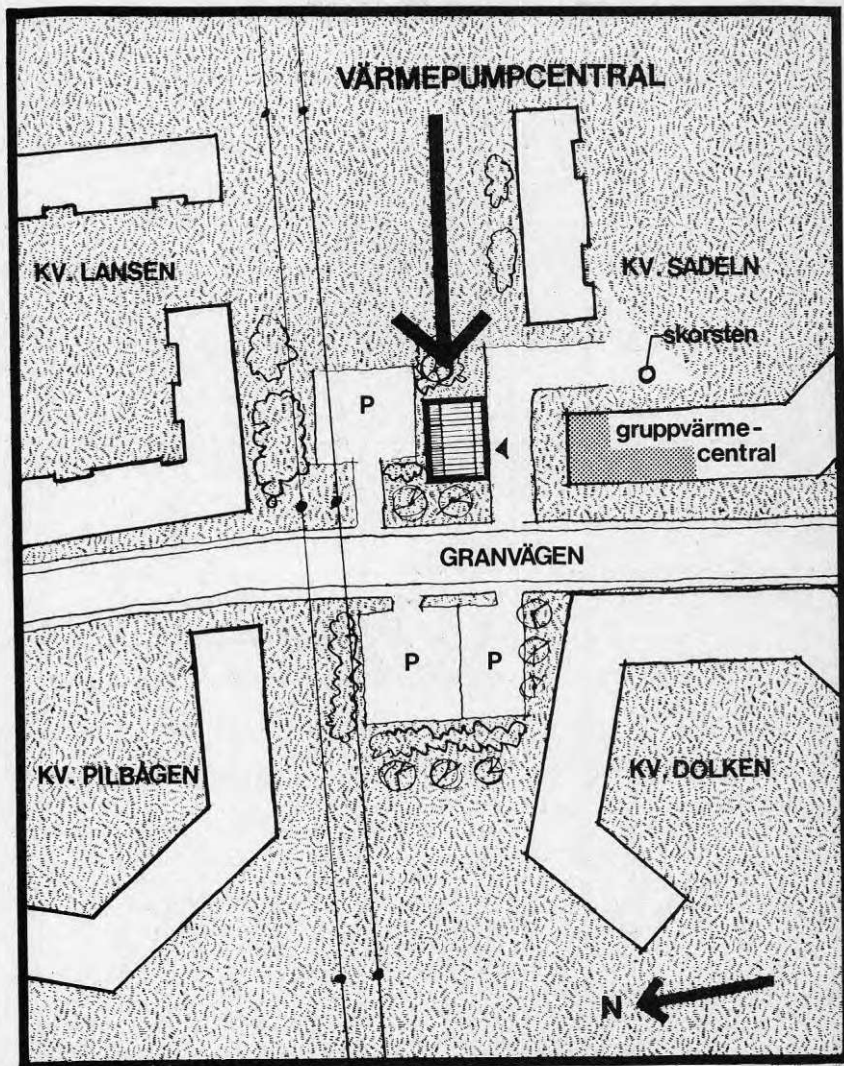
För att även vid lägre utetemperaturer nyttja abonnerad el-
effekt och därmed reducera oljeberoendet kan en komplettering
med elpanna ä ca 400 kW allvarligt övervägas.

8 REFERENSER

- Abrahamsson T, Bergman O, Hansson K, Jonson S, 1981.
Skövdebadet - solvärmepumpinstallation
Redovisning av projekterings- och installationsskedet.
(Statens råd för byggnadsforskning) Rapport 90:1981.
- Bäckström B, Hallén T, Samuelsson T, 1981.
Värmepump med energistapel
(Statens råd för byggnadsforskning) Rapport 140:1981.
- Davidsson G, Jansson L, Strindehag O, 1980.
Värmepumpsystem för flerbostadshus med befintlig pann-
central.
(Statens råd för byggnadsforskning) Rapport 70:1980.
- Kraft H, Fern M, Hill A, 1979.
Värmepumpar för bostadsuppvärmning.
(Statens råd för byggnadsforskning) Rapport 14:1979.

BILAGA 1

1 SITUATIONSPLAN



skala 1:1000

Värmepumpcentralen har placerats i den kraftledningsgata som går igenom området. Den inkräktar då inte på några primära vistelseytor för de boende. Läget innebär också att den kommer i direkt anslutning till den befintliga gruppvärmecentralen samt att den för service lätt kan nås från Granvägen.

2 LJUDTEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

8 st kondensorer fabr. Asarum industri AB typ KDVB-15 ger beräkningsmässigt 55 dB(A) vid närmaste bostadshusfasad (ca 15 m från tänkt värmepumpcentral).

Nedan framgår Statens Naturvårdsverks "Riktlinjer för externt industribuller"

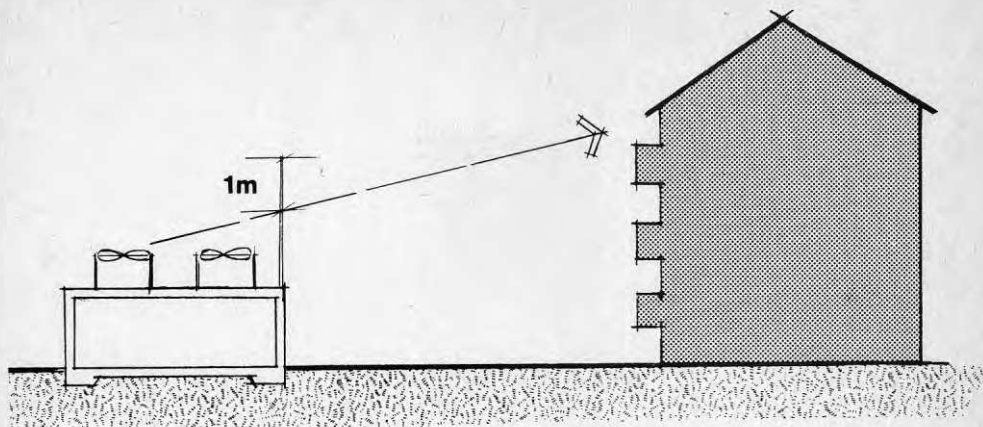
Tabell 2.1. Utomhusriktvärden för externt industribuller angivna som ekvivalent ljudnivå i dBA. Tabellen gäller frifältsvärden vid nyctabletting av industri.

Områdesanvändning ¹⁾	Ekvivalent ljudnivå i dBA			Högsta ljudnivå i dBA läge "FAST"
	Dag kl 07-18	Kväll kl 18-22 samt söndag och helgdag kl 07-18	Natt kl 22-07	Momentana ljud nattetid kl 22-07
Bostäder och rekreationsytor i bostäders grannskap samt utbildningslokaler och vårdbyggnader.	50	45	40 ²⁾	55

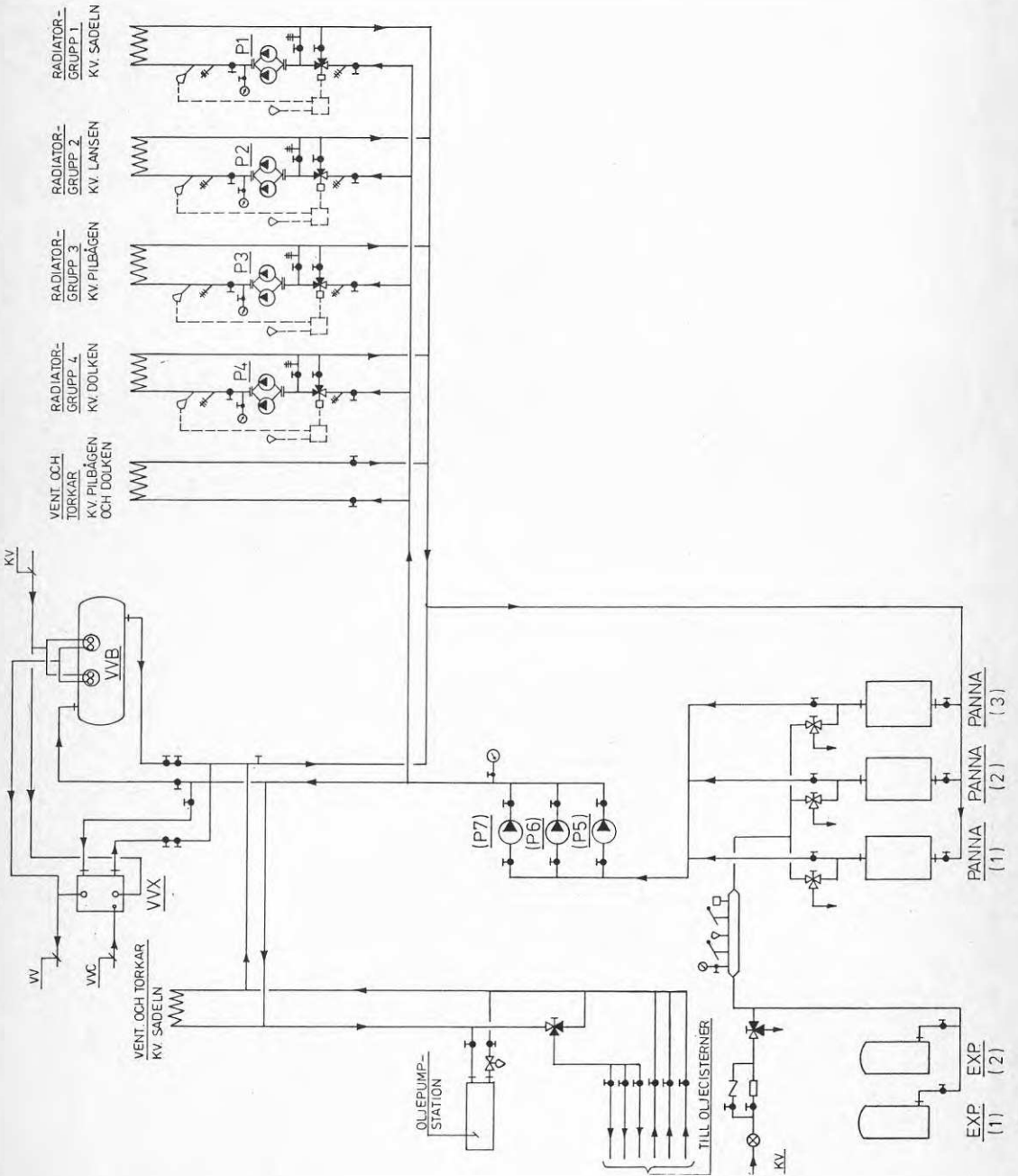
1) Vid de fall där kringliggande områden ej utgörs av angivna områdestyper bör bullervillkoren anges på annat sätt, t ex ljudnivå vid stadsplanegräns eller på ett visst avstånd från anläggningen.

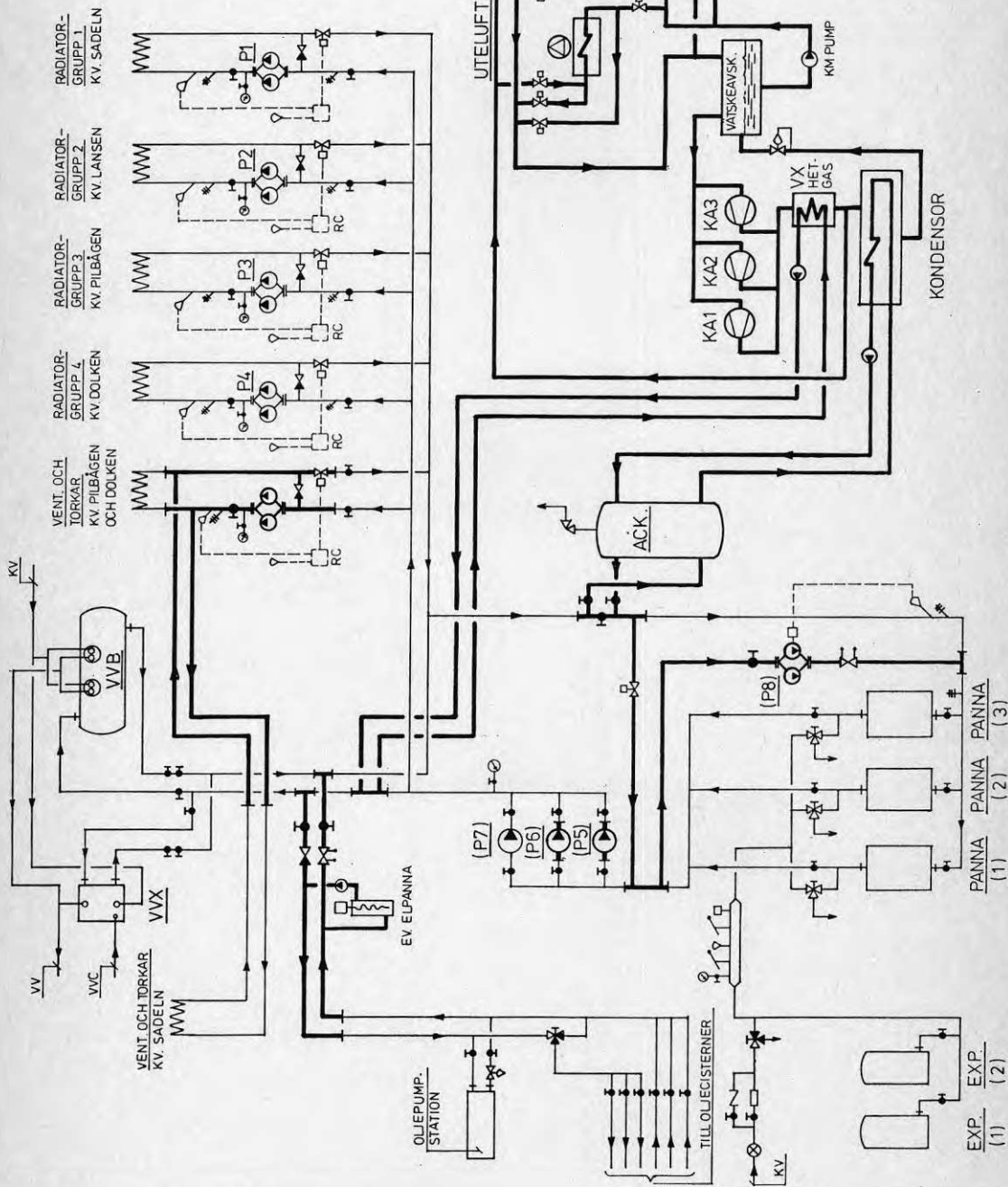
2) Värdet för natt behöver ej tillämpas för utbildningslokaler.

Om markytan utanför bostäderna är att betrakta som rekreationsytor eller om balkonger finns i fasader mot värmepumpcentralen gäller kravet 45 dB(A) dagtid (sön- och helgdag) och 40 dB(A) nattetid. Bullerdämpande åtgärder är i så fall nödvändiga; skärmar enl. nedan beräknas ge ca 10 dB(A) nivåsänkning.



Ljudnivån inomhus med öppna fönster beräknas bli ca 40 dB(A) och med stängda fönster 25 - 30 dB(A). Byggnormens krav på högsta ljudnivå i lägenhet från installation inom byggnaden är 30 dB(A) nattetid och 35 dB(A) dagtid. Det är tveksamt om värmepumpcentralen faller inom detta krav.

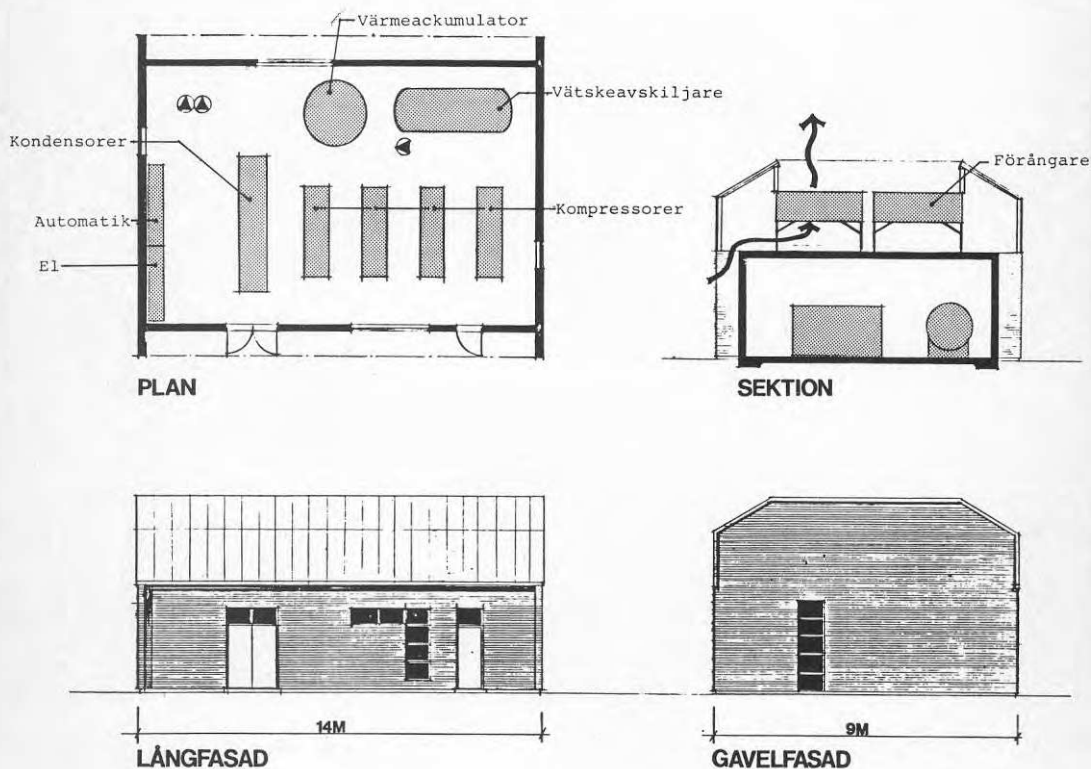




Bilaga 3

BILAGA 4

BYGGNAD FÖR LUFTVÄRMEPUMPCENTRAL

Byggnadsutformning

Vid utformningen av värmepumpcentralen har målsättningen varit att ge byggnaden en form och ett uttryck som så väl som möjligt ansluter till den befintliga miljön. Därför har byggnaden fått två mindre takfall som döljer de på taket placerade förångarna och ljudabsorbenterna samtidigt som de ger huset en avslutning uppåt. Som fasadmateriäl föreslås tegel eftersom flera av bostadshusen runt omkring är byggda just i detta material. Genomluftningsprincipen för förångarna framgår av sektionen.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
811116-0 från Statens råd för byggnadsforskning
till RNK Installationskonsult AB, Göteborg.**

Art.nr: 6700534

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

R34: 1982

ISBN 91-540-3670-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Cirka pris: 25 kr exkl moms