



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.



Frånluftvärmepumpar i 1062 lägenheter kv Bojsenburg, Falun

Förprojektering

Sven-Erik Persson

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac

ser

R97:1983

FRÄNLUFTVÄRMEPUMPAR I 1062 LÄGENHETER
KV BOJSENBURG, FALUN

Förprojektering

Sven-Erik Persson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820542-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till Fastighets AB Kopparstaden, Falun.

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

R97:1983

ISBN 91-540-3979-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
LiberTryck Stockholm 1983

INNEHÅLL

BETECKNINGAR	5
SAMMANFATTNING	7
1 FRÅNLUFTVÄRMEPUMPAR I FLER- BOSTADSHUS	13
2 BOSTADSOMRÅDET BOJSENBURG	15
2.1 Historik	15
2.2 Uppvärmning	17
2.3 VA-anläggningar	18
2.4 Ventilation	20
2.5 Elvärmen i Bojsenburg en tids- typisk företeelse	21
3 TEKNISK BESKRIVNING AV PROJEKTET	24
3.1 Frånluftvärmepumpar	24
3.2 Frånluftvärmepumpar i Bojsenburg	25
3.3 Indirekt förångning - hus 1, 2, 3 och 8	28
3.4 Direktförångning - hus 4, 5, 6 och 7	32
3.5 Framtida uppvärmning	37
3.6 Styrning, reglering	37
4 KOSTNADSKALKYLER	39
4.1 Kalkylmetod	39
4.2 Energilån för flerbostadshus	39
4.3 Grundinvestering för frånluft- värmepumpar	40
4.4 Kapitalkostnader med energilån	40
4.5 Hur mycket pengar spar värme- pumparna åt fastighetsägaren?	45
4.6 Totalekonomi	48
5 MÄTPROGRAM	49
5.1 Orientering	49
5.2 Indirekt- och direktförångning	49
5.3 Mätningar - till vad, och hur mycket	49
5.3.1 Mätresultat	49
5.3.2 Mätområdet	51
5.3.3 Energiflödesmätningar i hus 4, 5, 6 och 7	51
5.3.4 Speciella funktionsmätningar	51
5.3.5 Journal	53
5.3.6 Specialmätningar i hus 5	53
5.3.7 Mätningar i hus 1, 2, 3 och 8	53
5.3.8 Minimimätningar	55
5.4 Insamling av mätdata	56
5.4.1 Mätpunktsförteckning	56
5.4.2 Manuell avläsning	56
5.4.3 Insamling med bordsdator	56
5.4.4 Långa elledningar	57
5.5 Utvärderingen	58

LITTERATUR	59
BIL 4:1 Amortering statl lån	61
BIL 4:2 Amortering bottenlån	62
BIL 4:3:1 Kapitalkostnad statl lån . .	63
BIL 4:3:2 Kapitalkostnad bottenlån . .	64

BETECKNINGAR

GT	Givare temperatur
GP	Givare tryck
GF	Givare flöde
RC	Reglercentral
HR	Hjälprelä
ELC	Elcentral
SV	Styrventil
ST	Ställdon
P	Cirkulationspump
FF	Frånluftfläkt
TM	Termometer
EXP	Expansionskärl
VVB	Varmvattenberedare
VVX	Värmeväxlare
FD	Frånluftdel
VP	Värmepump
K	Kompressor
KD	Kondensor
EV	Förångare (eller energi vatten)
TL	Temperatur luft
TV	Temperatur vatten
FL	Flöde luft
FV	Flöde vatten
RL	Vatteninnehåll luft
EE	Energi el
EV	Energi vatten (eller förångare)
KD	Driftindikering, drifttid
INT	Integreringsverk

SAMMANFATTNING

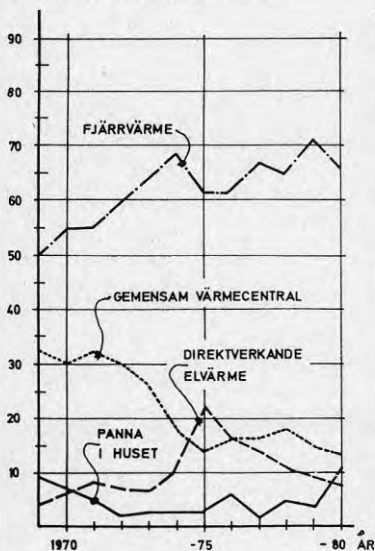
Energiförbrukningen för uppvärmning av fastigheter har minskat på senare år. I flerbostadshus har oljeförbrukningen enligt SCB under en 5-årsperiod minskat från 30,1 till 26,8 liter EO per m² uppvärmd yta eller 12 %, från 1976 till 1980. Under samma period har energiförbrukningen i fjärrvärmeanslutna flerbostadshus minskat med 6 % från 226 till 213 kWh per m² uppvärmd yta. All förbrukning har då korrigerats till normalår.

Den här minskningen är lovvärd, men den har ändå inte minskat hyresgästernas uppvärmningskostnad. Orsaken är lätt att finna i de ständigt stegrade energipriserna. För eldningsolja nr 1 har t ex m³-priset enligt SPK stigit med 144 % mellan 1976 och 1980, från 556 kr till 1358 kr/m³. År 1983 är oljepriset höjt med ytterligare ca 1000 kr per m³.

Värmepumpar bäst utanför fjärrvärmeområdet

Ett numera allt vanligare sätt att reducera energiförbrukningen i flerbostadshus är att installera värmepumpar och då företrädesvis med frånluft som värmekälla.

%. LÄGENHETER, FLERBOSTADSHUS



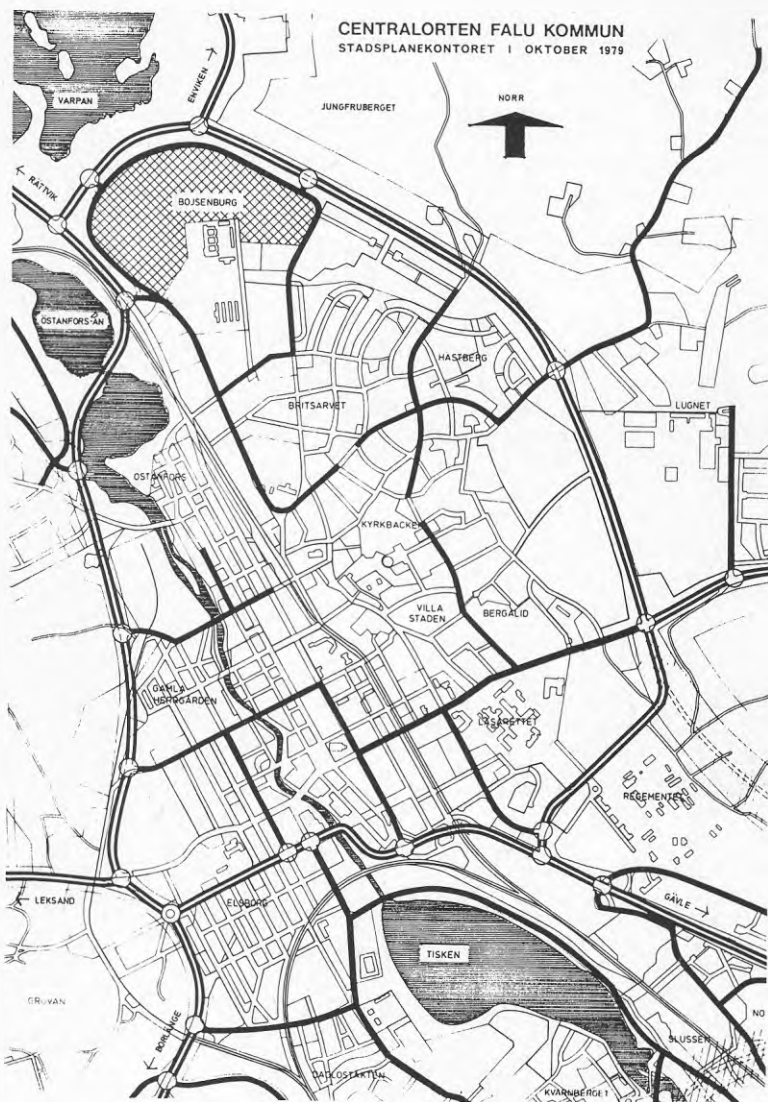
Som framgår av vidstående diagram har större delen av lägenheterna på senare år anslutits till fjärrvärme. Ur nationalekonomisk synvinkel bör investeringar i energibesparande åtgärder vidtagas där de ger den bästa avkastningen.

I t ex fjärrvärmeområden där värmen erhålls i samband med elkraftproduktion i oljekondenskraftverk, kan värmepumpen vissa tider ge en värmefaktor som är mindre än ett, dvs systemet förbrukar mera olja totalt om den eldrivna värmepumpen används, än om den står oanvänd.

Det här gäller inte generellt, men bör vägas in i totalbilden, då energibesparingsalternativ diskuteras. Värmeverken kommer säkert också att bevaka den här frågan och ge nödvändig information.

Frånluftvärmepumpar spar 1 TWh per år i Sverige

Frånluftvärmepumpar kan dock med i regel god ekonomi installeras i flerbostadshus med mekanisk ventilation. Om installationerna i första hand koncentreras till hus med gemensam värmecentral, elvärme eller oljepanna i huset kan uppskattningsvis 1 miljon MWh sparas per år med en elinsats om 0,25 miljoner MWh.



Bojsenburg

Bostadsområdet Bojsenburg byggdes åren 1974-78 och är med sina 1062 lägenheter ett "stort" område i Falun. Husen har genomgående direktverkande elradia-torer och mekanisk frånluftventilation.

I rapporten visas det tekniska utförandet och ekonomin, om i en första etapp åtta av husen förses med frånluftvärmepumpar. För att alla hustyper skall vara representerade har husen nr 1 t o m 8 valts till pilotprojekt.

Mätningar skall dokumentera verkligheten

Frånluftvärmepumpar är numera en etablerad teknik, som erbjuds av en mängd tillverkare/installatörer. Även försäljningsteknik och argumentation har etablerats enligt vissa bestämda riktlinjer, med besparingskalkyler utförda med s k "data-program". Dessa datorbaserade beräkningsprogram innehåller säkert inte några matematiska fel, men är av naturliga skäl uppbyggda på en mängd förutsättningar och variabler. Dessa variabler blir kanske av slentrian så småningom konstanter i respektive tillverkares beräkningar. När ingen längre reflekterar över dessa "konstanter", har datorprogrammet övergått från ett positivt till ett negativt inslag i branschen, därför att ingen *tvingas* beakta bakomliggande faktorer.

Den dokumentation av driftresultat som existerar angående frånluftvärmepumpar är oftast summarisk och härstammar också direkt från respektive tillverkare/installatör. För att få en opartisk och allsidig dokumentation av frånluftvärmepumparna i Bojsenburg planeras ett mätprogram, som skall dokumentera verkligheten både beträffande teknik och ekonomi.



Husen i Bojsenburg innehåller vardera endast 10 till 19 lägenheter vilket klart försämrar lönsamheten för frånluftvärmepumpar.

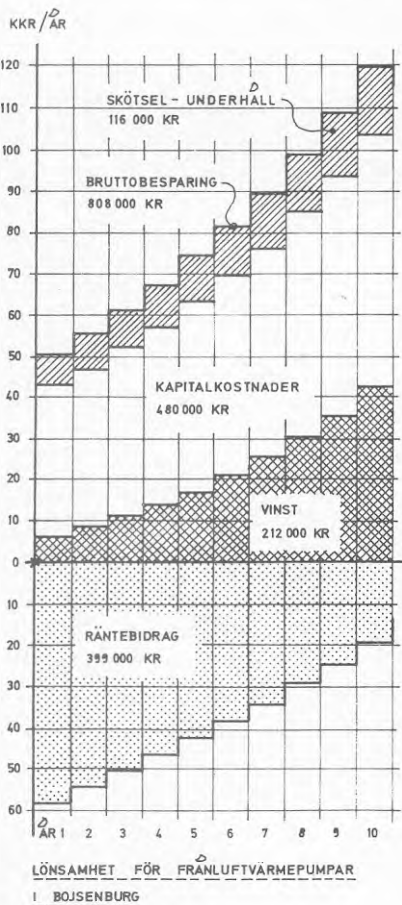
Två olika värmepumpar prövas

För en grupp om fyra hus i Bojsenburg installeras värmepumpar för direktförångning där värmepump och hjälppapparater levereras som prefabricerad enhet för takmontage. För en annan husgrupp installeras prefabricerade värmepumpar på vind enligt ett indirekt system, där värmeenergin i frånluften tillvaratas med separata batterier och ett vatten/glykolsystem.

Den här uppdelningen på olika värmepumptyper gör det möjligt, att få en allsidig bedömning av frånluftvärmepumpar i drift, och effektivare utnyttjade höga ställkostnaderna för mätutrustningen.

Förmånliga energilån för flerbostadshus

För den första husgruppen med hus nr 1, 2, 3 och 8 blir grundinvesteringen 268 800 kr för en upphandling enligt ett totalentreprenadförfarande. För den andra husgruppen med hus nr 4, 5, 6 och 7 blir grundinvesteringen 353 600 kr.



Om man ser den totala investeringen 622 400 kr mot första årets beräknade nettobesparing 42 718 kr blir den s k pay-off-tiden 14,6 år. Oavsett vilken kalkylmetod som används visar den dålig eller mycket dålig lönsamhet för den här investeringen vid en "normal" finansiering.

För flerbostadshus lämnar staten via Länsbostadsnämnden s k *energilån*. I dessa lån ligger ett stöd i form av räntebidrag som garanterar räntan till 3 % första året. Åren där-efter höjs den garanterade räntan med 0,25 %-enheter per år.

I vidstående diagram visas den beräknade lönsamheten för åtta frånluftvärmepumpar i Bojsenburg. Man ser här också att utan räntebidrag skulle vinsten bytas till en förlust för den här energinvesteringen under de första sju åren.

Längre utnyttjningstid - bättre lönsamhet

Värmepumparna blir av naturliga skäl kraftigt överdimensionerade i detta objekt med en utnyttjningstid av ca 50 %. I bostadshus med centralvärmesystem (vatten eller luft) kan lönsamheten förbättras genom att koppla även värmesystemet till värmepumpen.

I Bojsenburg kommer på försök något av husen att förses med varmluftbatterier i trapphusen där en del av den billiga energin från värmepumpen kan utnyttjas.

1 FRÄNLUFTVÄRMEPUMPAR I FLERBOSTADSHUS

Antalet lägenheter i flerbostadshus uppgår till över 2,1 miljoner och nyproduktionen ligger under 20000 lägenheter per år (1981 = 17601 st). Av det totala antalet lägenheter, beräknas 1983 ca 4 % eller 70000 lägenheter ha elvärme, 49 % vara fjärrvärmeanslutna och 47 % erhålla värme från kvarterscentraler eller mindre pannanläggningar.

Tabell 1.1 Fördelning av driftkostnader år 1981 för en *nyproducerad* typfastighet med 36 lägenheter.
Källa: Bostadsstyrelsen

Driftkostnad	%
Bränsle	28
Underhåll	21
Fastighetsskatt	11
Vatten, avlopp	10
Fastighetskötsel	8
Administration m m	6
Trappstädning	4
Sotning, snöröjning m m	3
Hysesförluster	3
Renhållning	3
Elström, belysning etc	3

Tabellen avser alltså nyproducerade lägenheter. I den äldre bebyggelsen ligger bränslekostnaderna för uppvärmning och tappvarmvatten betydligt högre. När driftkostnaderna skall reduceras är därför bränslekostnaden en iögonfallande post, som också *kan* reduceras, i många fall utan olägenhet för hyresgästerna.

I de fjärrvärmda husen beräknas hälften få värme från kraftvärmeverk där el produceras som kondenskraft. Om eldrivna värmepumpar installeras i dessa områden och *om* elkraften till värmepumpen helt produceras i kondensverket, blir värmefaktorn negativ, dvs det åtgår mera bränsle totalt om värmepumpen används, än om den står oanvänd (Olsson 1982).

Värmepumpar i dessa områden är naturligtvis helt oacceptabla ur nationalekonomisk synpunkt. Bilden nyanseras dock av osäkerheten om *var* elströmmen produceras och under vilka förutsättningar. Klart är dock att värmepumpar i områden med kraftvärmeproduktion *kan*, och kommer att diskuteras.

För fastigheter som försörjs via värmekulvertar från fjärrvärmecentraler, gruppcentraler eller kvarterscentraler finns dock goda besparingsmöjligheter med värmepump. Om t ex frånluftvärmepumpar installeras i samtliga anslutna hus, kan det ordinarie värmeförsörjningssystemet ställas av under sommaren. Systemverkningsgraden är *mycket* låg då värme skall produceras och distribueras från stora värmecentraler för enbart tappvarmvattenuppvärmning.

I BFR:s underlag för programplan 1981-1984, (Värmepumpar, G33:1980) beräknas en energimängd om 1 TWh/år eller 1 miljon MWh kunna sparas, om 10 % av lägenheterna i flerbostadshus förses med frånluftvärmepumpar. Den tillförda elmängden beräknas då vara 0,25 TWh. Den relativt höga värmefaktorn (4) motiveras av tidigare nämnda besparingar i distributionsnätet.

Frånluftvärmepumpar i flerbostadshus med direktverkande elvärme borde med dagens energilån kunna installeras i flertalet fastigheter med mekaniska frånluftssystem. Det förekommer här inte heller normalt några konflikter av typen "fjärrvärmeunderlag" eller "relationer mellan energipriser". Besparing i effekt och energi sker utan tvekan i den energiform som försörjer byggnaderna med värme.

2 BOSTADSOMRÅDET BOJSENBURG

2.1 Historik

Bostadsområdet ligger i nordvästra delen av Falun vid riksväg 80 mot Rättvik. Området byggdes på totalentreprenad av Platzer Bygg under åren 1974-78 och omfattar totalt 1062 lägenheter uppdelade på 92 huskroppar.

Inom området finns också kvartersgårdar, barnstuga och centrumanläggning. Området förvaltas av Fastighets AB Kopparstaden i Falun, som totalt förvaltar ca 5400 lägenheter inom Falu kommun.

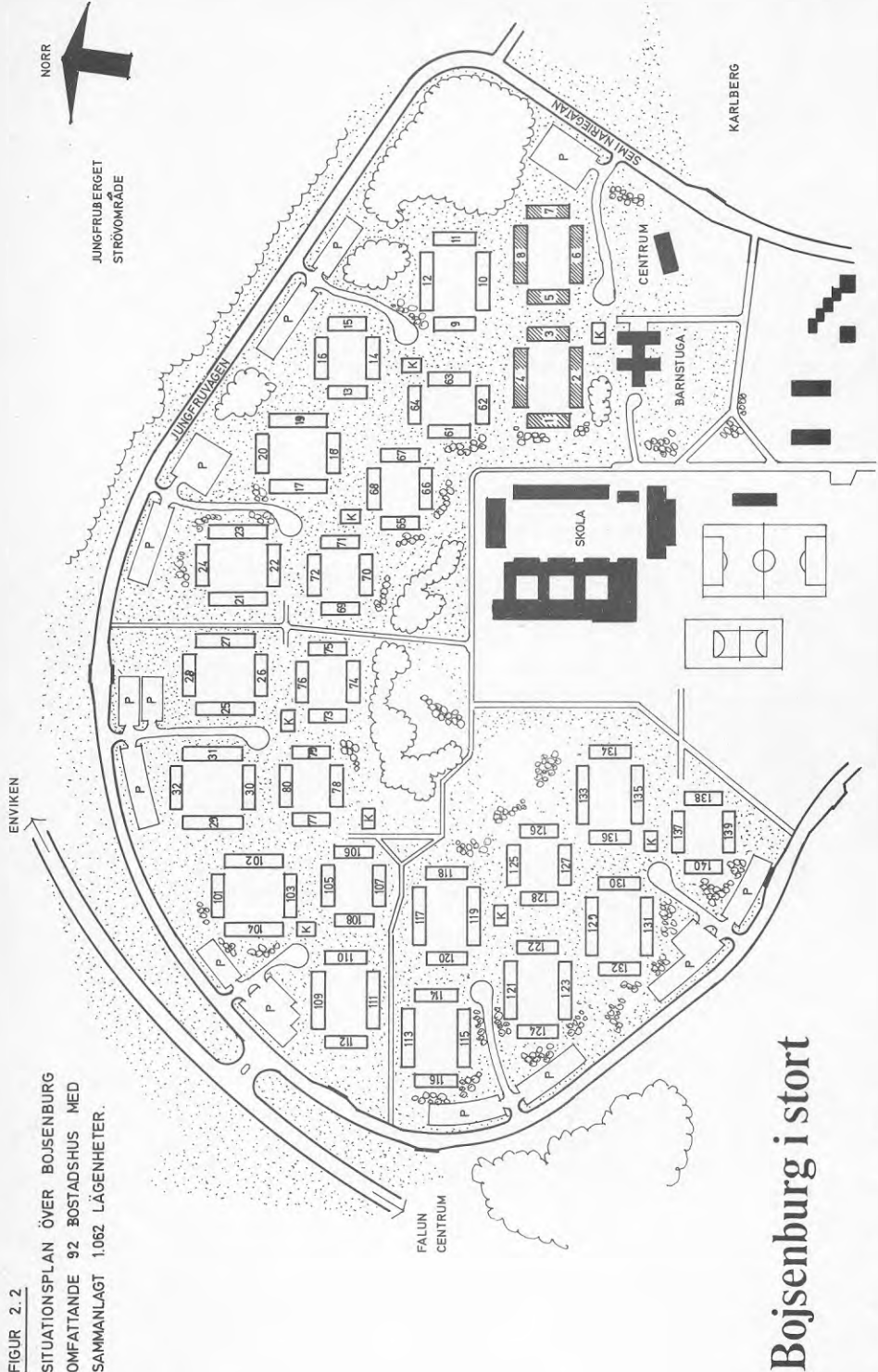
Insprängd i områdets centrum finns dessutom en låg-, mellan- och högstadieskola, som har de norra delarna av Falun som upptagningsområde.

Bostadshusen är utförda i två och en halv våning över mark. Vissa av dem har dessutom hel suterrängvåning innehållande lägenheter och skyddsrum. Den "halva" våningen innebär vindsplacerade gavel-lägenheter. På vindarna finns dessutom lägenhetsförråd, städskrubbar och apparatrum.

De hus som skall förses med värmepumpar i första etappen var också först inflyttningsklara, hus 1-4 i november 1974 och 5-8 i februari 1975.

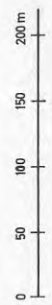


Fig 2.1 Huskropparna har samlats i grupper om fyra och innesluter då en gård, där ett gemensamt gårdshus utgör "bystuga" med förvaringsutrymmen för cyklar och med sittplatser under tak.



FIGUR 2.2
 SITUATIONSPLAN ÖVER BOJSENBURG
 OMFATTANDE 92 BOSTADSHUS MED
 SAMMANLAGT 1.062 LÄGENHETER.

Bojsenborg i stort



2.2 Uppvärmning

2.2.1 Direktverkande elvärme

Alla byggnader i området är uppvärmda med direktverkande el-radiatorer och el-batterier. Tappvarmvatten bereds i elektriskt uppvärmda vattenvärmare i apparatrum på vindsplan i resp hus.

För år 1982 redovisades nedanstående el-förbrukning:

Områdets totala förbrukning	18 462 MWh *)
Kostnad el	4 071 197 kr
Kostnad per kWh	22,1 öre
Antal lägenheter	1 062 st
Förbrukning per lgh	17 384 kWh
Kostnad per lgh	3 834 kr
Bostadsyta bly	74 138 m ²
Kostnad per m ² bly	54:91 kr

*) I områdets totala el-förbrukning ingår all elektricitet för uppvärmning, varmvattenberedning, hushåll, kvartersgårdar, gatubelysning etc. Alla tabellvärden ovan är också beräknade från denna förbrukning.



Fig 2.3 I kvartersgårdar insprängda i området finns bl a tvättstuga, torkrum samt lokaler för fastighetsskötsel.

2.2.2 Elförbrukning lägenheter

För de sist färdigställda etapperna 4 och 5 finns även statistik över lägenheternas elförbrukning avseende värme och hushållsel. Etapp 4 och 5 omfattar 443 lägenheter i 40 hus med nummer 101 t o m 140 (enl fig 2.2).

Tabell 2.1 Sammanställning av el-förbrukning för lägenheter inom etapp 4 och 5, Bojsenburg. Värdena avser både hushållsel och el för uppvärmning.

Antal lgh	Typ	Yta m ²	Elförbrukning medel/lgh, år	
			kWh 1979, 53v	kWh 1980, 52v
40	1RoK	45	7 237	6 895
12	2RoK	62	9 124	8 324
104	2RoK	64	11 560	11 067
15	2RoK	66	10 691	9 907
13	2RoK	67	9 059	8 374
24	3RoK	75	12 853	11 877
209	3RoK	76	11 184	10 419
26	4RoK	95	14 898	13 848
Medel/lgh		≈ 70,5	≈ 11 100	≈ 10 400

2.3 VA-anläggningar

2.3.1 Tappvarmvattenberedare på vind

De flesta husen saknar helt källarlokalerna under markplanets lägenheter. I de fall husen har en suterrängvåning är den utnyttjad till lägenheter och skyddsrum. Husen saknar därför naturliga lokaler, där fördelningsledningar för tappvatten kan placeras.

Projektören har därför valt att placera alla fördelningsledningar på kallvinden, med de risker för sönderfrysning som också konstaterats. Städskrubben och apparatrum för varmvattenberedare har också placerats på vind.

Varmvattenberedare är av förrådstyp och har nedanstående volym för de åtta husen 1-8. Temperatur på utgående varmvatten konstanthålls via blandningsventiler på 60°C.

Hus 1, 3, 7	10 lgh,	VVB = 1 200 lit
Hus 2, 4, 5, 8	14 lgh,	VVB = 1 500 lit
Hus 6	19 lgh,	VVB = 2 000 lit

Lägenheterna har försetts med varmvattenmätare, men differentierad debitering är ej genomförd i området.

2.3.2 Varmvattenförbrukning lägenheter

För de sist färdigställda etapperna 4 och 5 finns statistik över varmvattenförbrukningen. Etapp 4 och 5 omfattar 443 lägenheter i 40 hus med nummer 101 t o m 140 (enl fig 2.2).

Tabell 2.2 Sammanställning av varmvattenförbrukning för lägenheter inom etapp 4 och 5, Bojsenburg.

Antal lgh	Typ	Yta m ²	W-förbrukning medel/lgh, år	
			m ³ 1979, 53v	m ³ 1980, 52v
40	1RoK	45	20,9	21,7
12	2RoK	62	37,5	30,7
104	2RoK	64	30,8	33,3
15	2RoK	66	34,5	32,3
13	2RoK	67	29,6	27,0
24	3RoK	75	45,5	44,8
209	3RoK	76	44,6	45,0
26	4RoK	95	68,0	70,5
Medel/lgh		≈ 70,5	≈ 39,6	≈ 40,3

Under månaderna okt-nov-dec 1982 utfördes intensivavläsning av varmvattenmätarna i hus 1 t o m 8, dvs de hus som skall förses med värmepumpar i den första etappen.

De uppmätta värdena skall användas som referens vid den utvärdering som planeras för värmepumparna. Förbrukningen för enskilda lägenheter varierar från 0-27,6 m³/mån. Lägenheterna utan förbrukning har förmodligen stått obebodda, men hur förbrukar man nära 1 m³ varmvatten per dag i en lägenhet?

Av mätningarna kan man också se att det inte existerar någon egentlig "normalförbrukning" i lägenheterna. I intervallet mellan max- och min-värdet ligger förbrukningen jämt fördelad efter hela skalan.

Tabell 2.3 Varmvattenförbrukning i hus 1 t o m 8 under perioden okt-nov-dec 1983. Mätningar registrerade i lägenhetsmätare.

Hus	Antal lgh	W-förbrukning m ³			Interpolerat *)	
		Okt	Nov	Dec	m ³ /år	m ³ /lgh,år
1	10	39,4	30,4	39,4	436,8	43,7
2	14	61,0	61,4	57,1	718,0	51,5
3	10	44,9	37,0	36,1	472,0	47,2
4	14	67,8	100,7	102,1	1 082,4	77,4
5	14	34,7	31,9	35,9	410,0	29,3
6	19	60,5	69,8	74,4	818,8	43,1
7	10	32,6	26,4	27,9	347,6	34,8
8	14	37,7	31,9	38,2	431,2	30,8
Tot	105	378,6	389,5	421,1	4 716,8	45,8

*) Vid interpoleringen har inte beaktats den lägre varmvattenförbrukningen under sommaren eller övriga säsongsvariationer.

2.4 Ventilation

Lägenheterna ventileras enligt system F dvs med enbart frånluft. För varje byggnad samlas all frånluft till en takplacerad frånluftfläkt. Denna fläkt är placerad intill tappvarmvattenberedaren i resp byggnad.

Frånluftfläktar körs nattetid med reducerat varvtal via centraltidur i kvartersgård K1.

Tekniska data befintlig anläggning:

Hus 1, 3, 7 10 lgh + 2 uthyrn rum
frånluft 1 660 m³/h

Hus 2, 4, 8 14 lgh
frånluft 2 280 m³/h

Hus 5 (suterräng) 14 lgh + 2 uthyrn rum
frånluft 2 240 m³/h

Hus 6 (suterräng) 19 lgh
frånluft 3 150 m³/h

Frånlufttemperatur min +20°C

Fläktar 1/2-fart kl 22⁰⁰ - 06⁰⁰



Fig 2.4

Frånluftfläktar
är utförda som
takfläktar.
Taklucka sitter
i omedelbar
anslutning till
fläkt.

2.5 Elvärmen i Bojsenburg, en tidstypisk företeelse

Bostadsområdet Bojsenburg byggdes under det s k miljon-programmets dagar. Bristen på lägenheter motiverade satsningen på kvantitet i stället för kvalitet. Samtidigt spåddes kärnkraften i Sverige en lysande framtid.

Följden blev den massiva satsningen på direktverkande elvärme i framför allt bostäder med de låga investeringskostnader som systemet erbjuder.

Av ovanstående framgår att det inte var något ovanligt beslut som fattades för uppvärmningssätt i Bojsenburg. T ex år 1975 försågs omkring 56 % av alla lägenheter (småhus och flerbostadshus) med direktverkande elvärme. År 1981 hade andelen sjunkit till 15 % för småhus och 6 % för flerbostadshus.

Fig 2.5 Uppvärmningssätt i småhus enligt beslut om statligt bostadslån åren 1968-1980.
Källa: SCB.

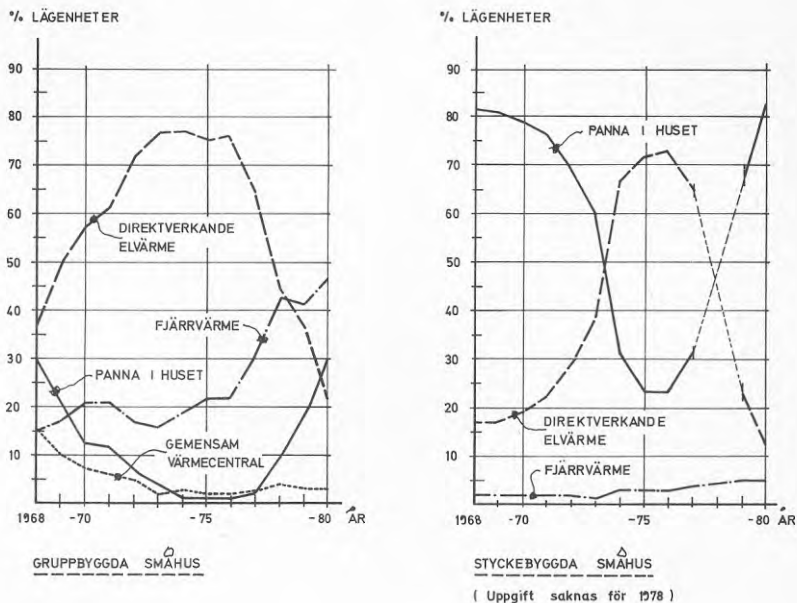
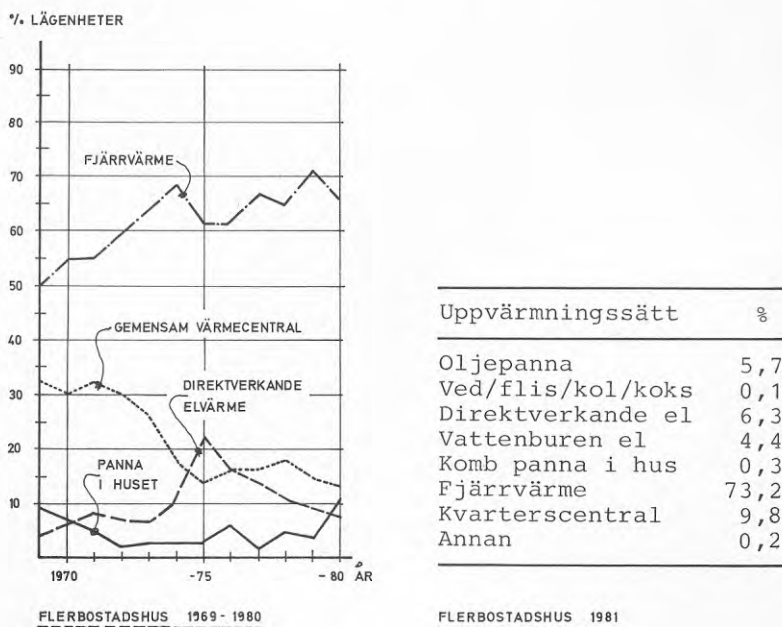


Fig 2.6 Uppvärmningssätt i flerbostadshus enligt beslut om statligt bostadslån åren 1969-1981.
Källa: SCB.



Det finns således en mängd flerbostadshus i landet som liknar husen i Bojsenburg. Husen är relativt nyproducerade och välisolerade, och alternativa energikällor svåra att introducera i värmesystemet.

Den enda möjligheten att med totalekonomi reducera energiförbrukningen består i att tillvarata värmeenergin i frånluften. I Bojsenburg skall detta åstadkommas via värmepumpar som då i huvudsak svarar för uppvärmning av tappvarmvatten.

3 TEKNISK BESKRIVNING AV PROJEKTET

3.1 Frånluftvärmepumpar

I Sverige finns en potential av ca 30000 hus med 950000 lägenheter där frånluftvärmepumpar kan installeras (hus med F-ventilation). Ca 4 % eller 70000 av lägenheterna i flerfamiljshus är uppvärmda med elektricitet år 1983. De flesta av dessa 70000 lägenheter har därmed samma grundförutsättningar som husen i Bojsenburg.

Om en byggnad innehåller ett frånluftssystem i kombination med ett tilluftssystem skall naturligtvis värmeinnehållet i frånluften i första hand överföras till tilluften. I flerbostadshus är dock denna kombination mycket ovanlig.

En del av energin i frånluften lämpar sig därför i regel som värmekälla för en värmepump. Man bör av drifttekniska skäl undvika att kyla frånluften mera än 10-15°C enär kondensutfall och påfrostning annars kan bli besvärande. Värmekällans fördelar är ganska påtagliga:

- frånluften har närmast konstant temperatur +20°C, vilket ger förutsättningar för en god årsvärmefaktor.
- frånsett viss reducering nattetid är detta en aldrig sinande värmekälla.
- energiinnehållet i frånluft från bostäder är via värmepump tillräckligt för bostädernas tappvarmvattenbehov och en del av energibehov för uppvärmning. Den normala värmeförsörjningen kan därigenom eventuellt stoppas sommartid.
- om värmepumpen kopplas både till värmesystemet och beredningen av tappvarmvatten i bostadshus blir utnyttjningstiden relativt lång.
- när värmekällan är "standardiserad" kan även värmepumpen standardiseras och serietillverkas.
- värmepumpar har varit och är en systemanpassad teknik, men genom den mångfald som möjliggörs med frånluftvärmepumpar kan denna systemanpassning standardiseras.

De frånluftvärmepumpar som installeras i eluppvärmda hus blir också speciella i ett avseende - de spar energi i samma form som den energi de förbrukar. Återbetalningstiden påverkas således *inte* av förändrade prisrelationer mellan olika energislag. Dessa förändringar är också allra svårast att förutse i ekonomiska kalkyler.

Förutsägelsen blir oantastlig - ökade priser på el ger ett positivt utfall i kalkylen.

3.2 Frånluftvärmepumpar i Bojsenburg

3.2.1 Hus 1 t o m 8 - pilotprojekt för Kopparstaden

Fastighets AB Kopparstaden har inventerat sitt lägenhetsbestånd för att se, var i beståndet riktade punktinsatser bäst kan ge både energibesparingar och erfarenheter för framtida energisatsningar.

För flera av Kopparstadens fastigheter pågår redan utredningar om energibesparande åtgärder, för andra planeras åtgärder såsom anslutning till fjärrvärme eller konvertering från eldning med olja till eldning med fastbränsle.

Bojsenburg är med sina 1062 lägenheter ett "stort" område i Falun och direktverkande elradiatorer medger inga alternativa uppvärmningsformer. Trots detta har önskemålet ofta framförts både av styran- de och hyresgäster att göra något åt energiför- brukningen i området.

En reducering av energiförbrukningen i Bojsenburg kan dock ske genom att utnyttja värmen i från- luften för tappvarmvattenberedning. Vindsplacerade värmepumpar är då det bästa alternativet. Husen i Bojsenburg innehåller vardera relativt få lägen- heter, varierande mellan 10 och 19 per hus. För att få en bild av det ekonomiska utfallet i ett projekt av denna typ skall värmepumpar installeras i åtta hus i en första etapp. För att alla hus- typer skall vara representerade har husen 1 t o m 8 valts till pilotprojekt, se fig 3.1.

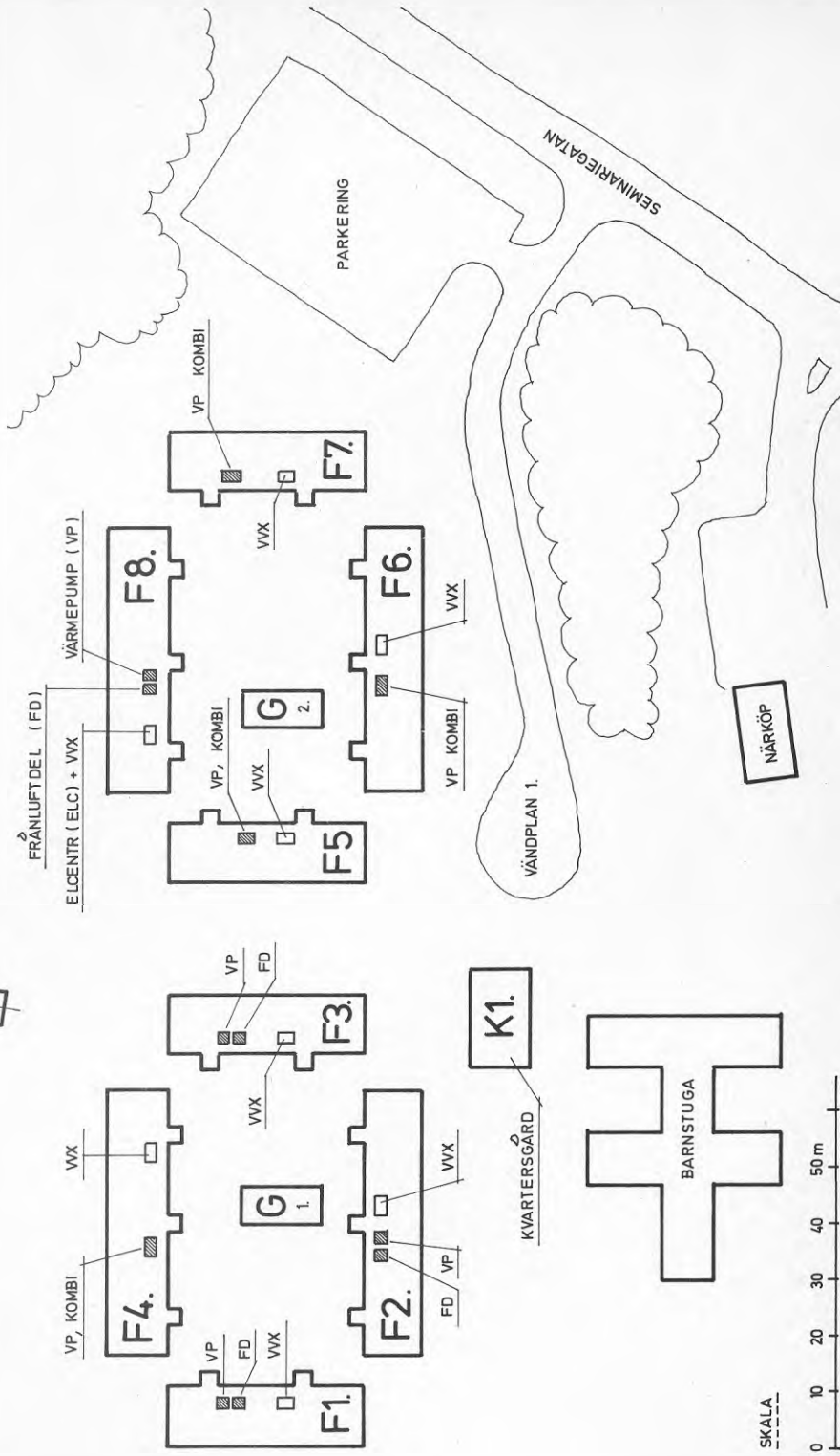
I den entreprenadhandling, som skall ligga till grund för upphandling av entreprenörer/leveran- törer, förutsattes att entreprenaden eventuellt skulle delas, för att ge en möjlighet till jäm- förelse mellan olika tillverkare. I entreprenad- handlingarna föreskrevs vidare indirekt uppvärm- ning av tappvarmvatten men anbudsgivarna gavs fritt val beträffande:

- dimensionering av värmepump
- direkt eller indirekt förångning
- placering av värmepump på tak eller vind
- ev komplettering med ackumulatorvolym eller tillsatsvärme
- styr- och reglerprincip samt utrustning för detta.

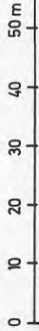
INDIREKT FÖRÄNGNING = HUS F1, F2, F3, F8.
 DIREKT FÖRÄNGNING = HUS F4, F5, F6, F7.

NORR.

FIGUR 3.1
 FRÅNLUFTVÄRMEPUMPAR BOJSENBURG
 SITUATIONSPLAN



SKALA



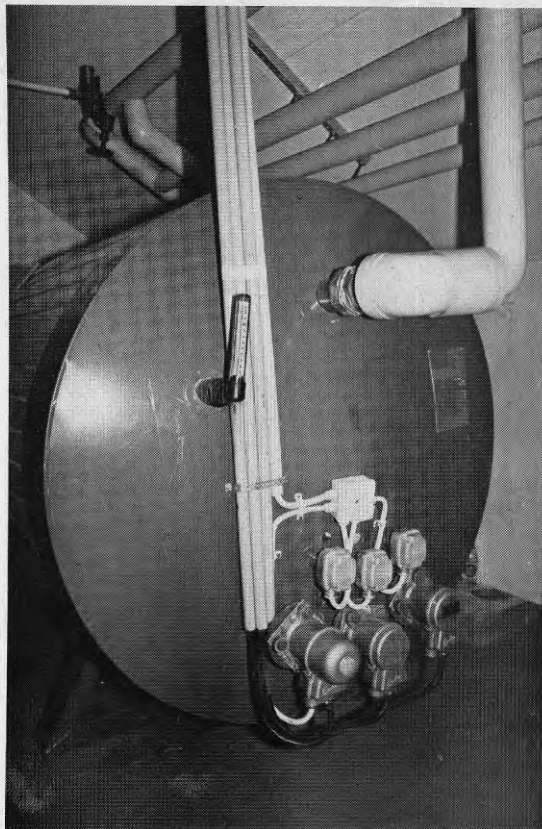


Fig 3.2

Varmvattenberedare är uppställda i separata apparatrum på vind. Akkumulatorvolym 105-120 lit/lgh.

3.2.2 Koncentrerad installation

På vindarna finns idag dels ett apparatrum för tappvarmvattenberedaren och dels ett uppvärmt utrymme för städutrustning. Frånluftfläkt är takplacerad i omedelbar närhet till apparatrummet. En värmepumpinstallation blir således mycket koncentrerad utan ingrepp i den övriga delen av byggnaden.

Värmepump kan placeras på tak, på vind vid fläkt eller i städrummet, men oavsett placering föreligger alla möjligheter att få en billig och enkel installation.

3.2.3 Anbud på värmepumpinstallationerna

De anbud som inlämnats till Kopparstaden har utvärderats. Den stora spridningen beträffande ekonomi, teknik och prestationsförmåga talar för att (minst) två olika typer av värmepumpar installeras.

Både för Kopparstaden och för allmänintresset bör den planerade utvärderingen ge mera användbara resultat, om olika typer av värmepumpar installeras. För den ekonomiska helhetsbilden bör dock inte flera än två typer installeras. Styckepriset stiger med färre antal enheter och detta område består sammanlagt av 92 hus, varför andra typer vid behov kan prövas i nästa etapp, om utfallet nu skulle bli dåligt.

Specificerade garantiåtaganden har infordrats för ljudnivåer, värmefaktor, tillgänglighet m m.

3.3 Indirekt förångning - hus 1, 2, 3 och 8

3.3.1 Fabrikat och tekniska data

För den första husgruppen om fyra hus har valts värmepumpar av fabrikat Helpac som tillverkas i Frankrike och marknadsförs i Sverige av Termoteknik AB i Kalmar, under namnet HELPAC. I den första husgruppen ingår hus 1 t o m 4, men av mättekniska skäl har i denna grupp, hus 4 ersatts av hus 8 då husen är helt identiska.

Anläggningsutförandet enligt fig 3.3 där även vissa befintliga apparater redovisas.

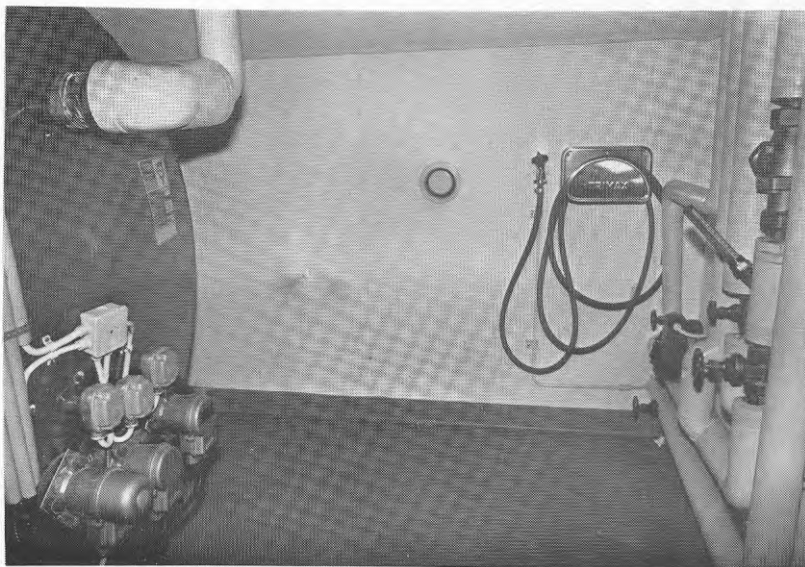
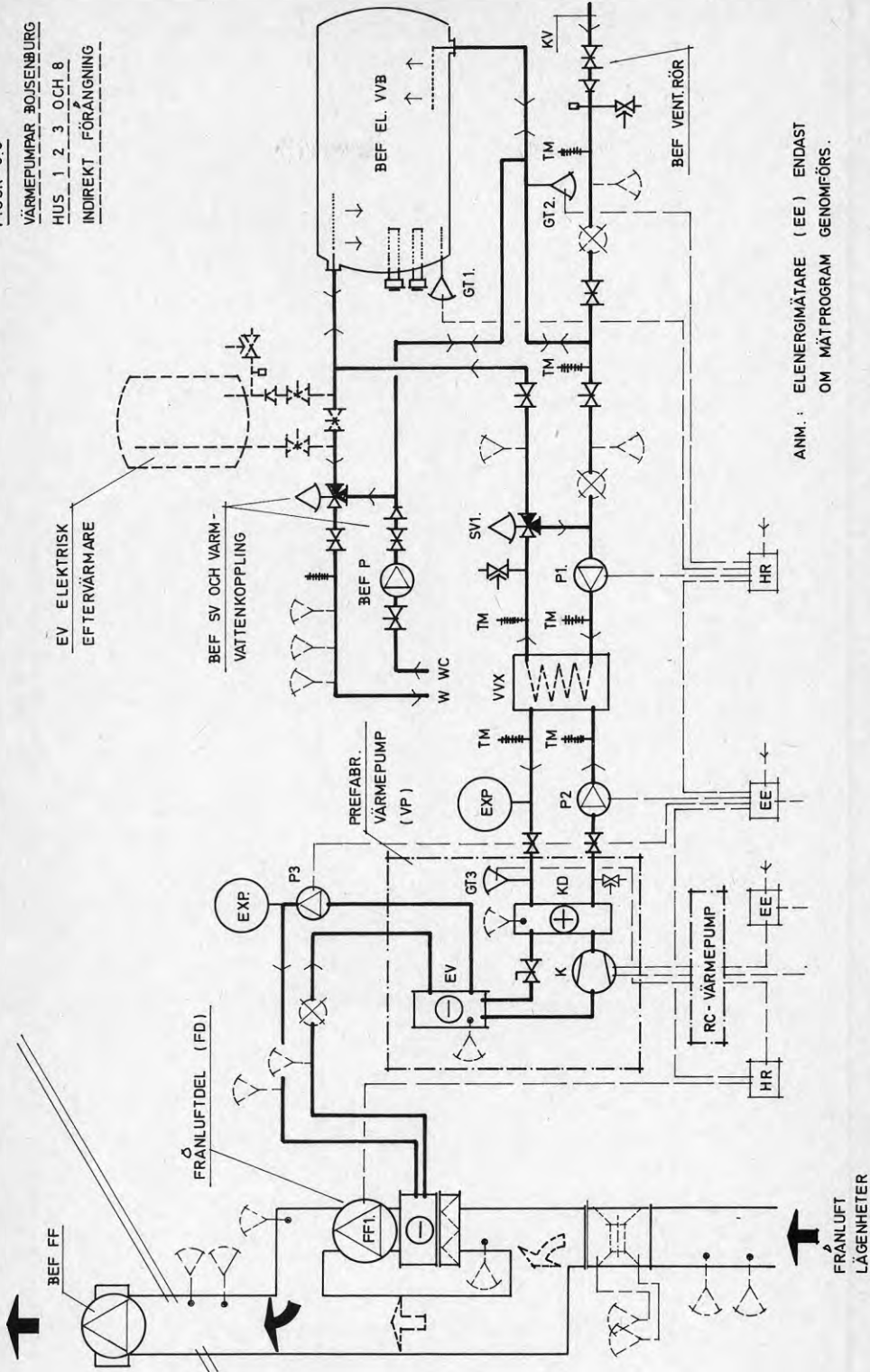


Fig 3.4 I apparatrum på vind finns plats för laddningsväxlare och cirkulationspump mellan den befintliga varmvattenberedaren till vänster och varmvattenkoppel till höger.

FIGUR 3.3

VÄRMEPUMPAR BOJSENBURG
 HUS 1 2 3 OCH 8
 INDIREKT FÖRÄNGNING



ANM.: ELENERGIMÄTARE (EE) ENDAST OM MÄTPROGRAM GENOMFÖRS.

Tekniska data hus 1, 2, 3 och 8:

Värmepump hus 1, 3	EVE S.32
hus 2, 8	EVE S.36
Kompressorenhet	Maneurop
Köldmedium	R22
Förångare	Helpac
Kondensator	Helpac
Kallvatten in/ut	10/6°C
Hetvatten in/ut	50/55°C
Pumpar 3 st	Grundfos
Upptagen effekt (tillf)	0,07 kW/pump
Mintempbegränsare	Fördelningsventil
Tappvattenvärmare	CTC/UNI C316
Utgående tappvarmvatten	+50°C
Akkumulator bef hus 1, 3	1 200 lit
hus 2, 8	1 500 lit
Täckningsgrad enligt lev	100 %

Hus nr	1, 3	2, 8
Antal lgh	10	14
Frånluftflöde	0,46 m ³ /s	0,63 m ³ /s
Fläkteffekt (tillf)	0,2 kW	0,25 kW
Frånlufttemp in/ut	20/7°C	20/9°C
Kylbatteri	Lamellbatt	Lamellbatt
Avgiven värmeeffekt	7,9 kW	9,2 kW
Upptagen effekt (tillf)	2,5 kW	2,9 kW
Värmefaktor *)	3,16	3,17

*) Värmefaktor beräknad utan hänsyn till hjälpapparater dvs fläktar och pumpar, emedan dessa har andra drifttider. Vid beräkning av energibesparing redovisas hjälpapparater separat.

Övrigt:

- Värmepump placeras i städskrubb på vind.
- Frånluftdel placeras vid frånluftfläkt i fastighetsförråd.
- Laddningsväxlare placeras i apparatrum.
- Hel- och halvfart frånluftdel synkroniseras med befintlig FF.

3.3.2 Energibesparingskalkyl hus 1, 2, 3 och 8

Värmepumparna är i första skedet uteslutande avsedda för beredning av tappvarmvatten. Normalförbrukningen har dokumenterats i många studier men för Bojsenborg finns en egen statistik.

Enligt tabell 2.2 har genomsnittsförbrukningen varit 39,6 m³/lgh år 1979, och 40,3 m³/lgh år 1981, i etapp 4 och 5 omfattande totalt 443 lägenheter. I de nu aktuella husen 1 t o m 8 har mätningar enligt tabell 2.3 visat på en genomsnittsförbrukning av 45,0 m³/lgh, år.

I energikalkylerna räknas med en årlig varmvattenförbrukning om 42 m³/lgh motsvarande ett årligt energibehov om 3000 kWh/lgh. I denna energimängd ingår då systemförluster, dvs i huvudsak isoleringsförluster från rörledningarna och ackumulator. Dygnsförbrukningen antas vara 115 lit/lgh och värmepumpens täckningsgrad 100 %. Cirkulationspumparnas energiförbrukning anses i beräkningarna som förlorad.

Hus 1 och 3 - årsvärden per hus:

Antal lägenheter	10 st
Energibehov tapp-w	30 000 kWh
Energiförbrukn värmepump	9 450 kWh
Drifttid värmepump	3 800 tim
Energiförbrukn FF1, P1 (0,20 + 0,07 kW)*	1 025 kWh
Energiförbrukn P2, P3 (0,07 + 0,07 kW)**	1 225 kWh
Summa energiförbrukn	11 700 kWh
Besparing hus 1 resp 3	18 300 kWh
*) FF1 och P1 samkörs med värmepump	3 800 tim/år
**) P2 och P3 har kontinuerlig drift	8 760 tim/år

Hus 2 och 8 - årsvärden per hus:

Antal lägenheter	14 st
Energibehov tapp-w	42 000 kWh
Energiförbrukn värmepump	13 250 kWh
Drifttid värmepump	4 600 tim
Energiförbrukn FF1, P1 (0,25 + 0,07 kW)*	1 475 kWh
Energiförbrukn P2, P3 (0,07 + 0,07 kW)**	1 225 kWh
Summa energiförbrukn	15 950 kWh
Besparing hus 2 resp 8	26 050 kWh
*) FF1 och P1 samkörs med värmepump	4 600 tim/år
**) P2 och P3 har kontinuerlig drift	8 760 tim/år

3.4 Direktförångning hus 4, 5, 6 och 7

3.4.1 Fabrikat och tekniska data

För den andra husgruppen om fyra hus har valts värmepumpar av fabrikat PARCA Vent som tillverkas vid Parcas fabrik i Härnösand. I den här husgruppen ingår hus 5 t o m 8, men av mättekniska skäl har i denna grupp, hus 8 ersatts av hus 4 då husen är helt identiska.

Anläggningsutförandet enligt fig 3.5 där även vissa befintliga apparater redovisas.

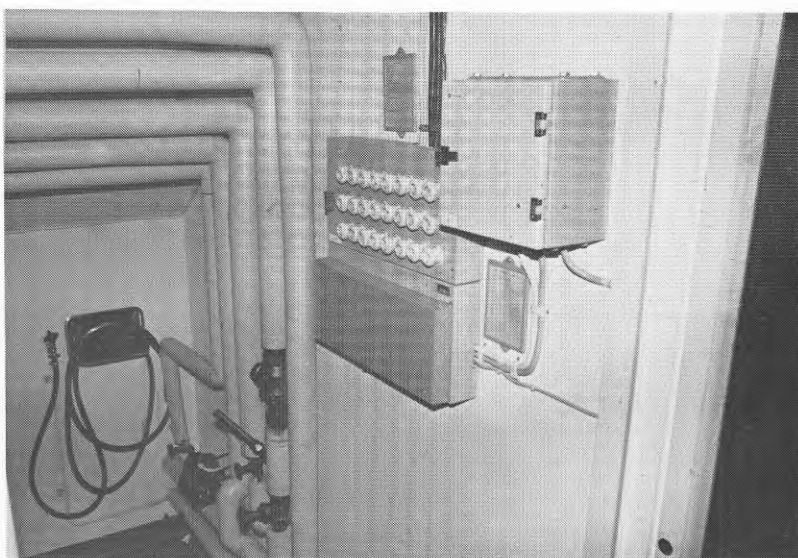
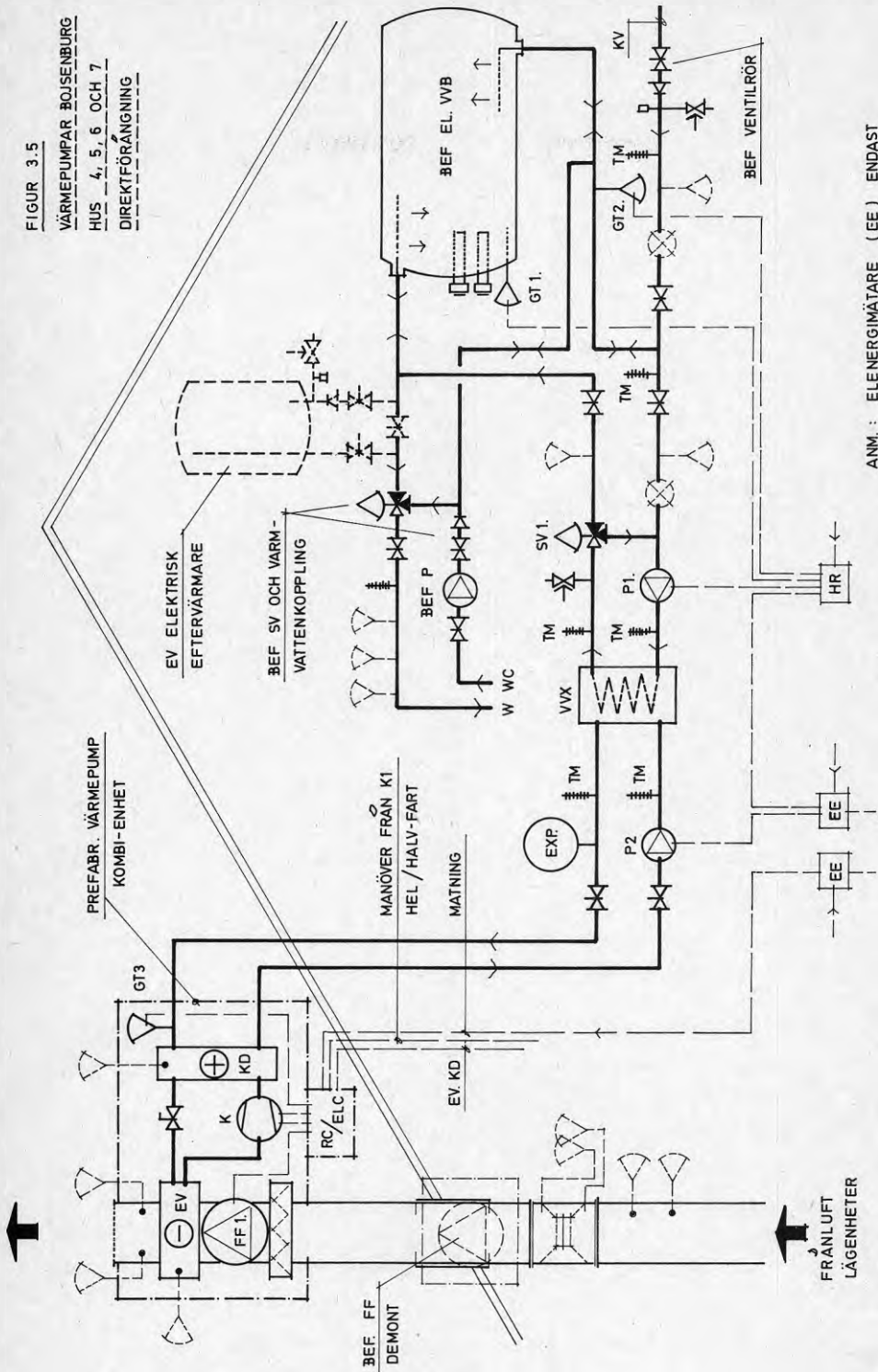


Fig 3.6 Även elektrisk inkoppling är relativt enkel då befintliga elcentraler är placerade i apparatrum.

Tekniska data hus 4 och 5

Värmepump	Parca Vent 14 med fläkt 20
Kompressorenhet	Tecumseh
Köldmedium	R22
Förångare	Lamellbatteri
Filter	Ja G80
Kondensor	Dubbelrörs
Hetvatten in/ut	50/55°C

FIGUR 3.5
 VÄRMEPUMPFAR BOJSENBURG
 HUS 4, 5, 6 OCH 7
 DIREKTFÖRÄNGNING



ANM. : ELENERGIMÄTARE (EE) ENDAST
 OM MÄTPROGRAM GENOMFÖRS.



FRÄNLUFT
 LÄGENHETER

Pumpar 2 st	Grundfos
Upptagen effekt (tillf)	0,13 kW/pump
Mintempbegränsare	Fördelningsventil
Tappvattenvärmare	Parca SB13
Utgående tappvarmvatten	+50°C
Akkumulator bef	1 500 lit
Täckningsgrad enligt lev	100 %

Hus nr	4	5
Antal lgh	14	14
Frånluftflöde	0,63 m ³ /s	0,62 m ³ /s
Fläkteffekt *)	0,25 kW	0,25 kW
Frånlufttemp in/ut	20-11°C	20-11°C
Avgiven värmeeffekt	9 kW	9 kW
Upptagen effekt (tillf)	2,2 kW	2,2 kW
Värmefaktor **)	4,09	4,09

*) Avser ökat fläktarbete p g a värmepumpinstallation.

***) Värmefaktor beräknad utan hänsyn till hjälpapparater dvs fläktar och pumpar, emedan dessa har andra drifttider. Vid beräkning av energibesparing redovisas hjälpapparater separat.

Tekniska data hus 6 och 7:

Värmepump hus 6	Parca Vent 20 med fläkt 40
hus 7	Parca Vent 14
Kompressorenhet	Tecumseh
Köldmedium	R22
Förångare	Lamellbatteri
Filter	Ja G80
Kondensor	Dubbelrörs
Helvatten in/ut	50/55°C
Pumpar 2 st	Grundfos
Upptagen effekt (tillf)	0,13 kW/pump
Mintempbegränsare	Fördelningsventil
Tappvattenvärmare	Parca SB13
Utg tappvarmvatten	+50°C
Akkumulator bef hus 6	2 000 lit
hus 7	1 200 lit
Täckningsgrad enligt lev	100 %

Hus nr	6	7
Antal lgh	19	10
Frånluftflöde	0,88 m ³ /s	0,46 m ³ /s
Fläkteffekt *)	0,35 kW	0,20 kW
Frånlufttemp in/ut	20-11°C	20-8°C
Avgiven värmeeffekt	13 kW	8 kW
Upptagen effekt (tillf)	3,5 kW	2 kW
Värmefaktor **)	3,72	4,00

*) Avser ökat fläktarbete p g a värmepumpin-
stallationen.

**) Värmefaktor beräknad utan hänsyn till hjälp-
apparater dvs fläktar och pumpar, emedan
dessa har andra drifttider. Vid beräkning av
energibesparing redovisas hjälpapparater
separat.

Övrigt:

- *Värmepump med frånluftdel* placeras på yttertak vid befintlig taklucka och förses med arbetsplattform.
- *Laddningsväxlare* placeras i apparatrum
- *Hel- och halvfart frånluftfläkt* omkopplas via befintlig styrning från kvartersgård K1.

3.4.2 Energibesparingskalkyl hus 4, 5, 6 och 7

Under kap 3.3.2 redovisas utgångsvärden för tapp-
varmvattenförbrukning i Bojsenburg grundat på
 eget statistiskt underlag.

I energikalkylerna räknas med en årlig varmvatten-
förbrukning om 42 m³/lgh motsvarande ett årligt
energibehov om 3000 kWh/lgh. I denna energimängd
ingår då systemförlusterna. Dygnsförbrukningen
antas vara 115 l/lgh och värmepumpens täcknings-
grad 100 %. Cirkulationspumparnas energiförbruk-
ning anses i beräkningarna som förlorad.

Hus 4 och 5 - årsvärden per hus:

Antal lägenheter	14 st
Energibehov tapp-w	42 000 kWh
Energiförbrukn värmepump	10 270 kWh
Drifftid värmepump	4 670 tim
Energiförbrukn P1 (0,13 kW) *)	610 kWh
Energiförbrukn P2 (0,13 kW) **)	1 140 kWh
Energiförbrukn FF1 (0,25 kW) ***)	1 550 kWh
Summa energiförbrukn	13 570 kWh
Besparing hus 4 resp 5	28 430 kWh
*) P1 samkörs med värmepump	4 670 tim/år
***) P2 har kontinuerlig drift	8 760 tim/år
****) FF1 har kontinuerlig drift. För FF1 räknas endast <i>ökning av fläktarbete</i>	8 760 tim/år
0,25 kW, helfart	5 840 tim/år
0,03 kW, halvfart	2 920 tim/år

Hus 6 - årsvärden:

Antal lägenheter	19 st
Energibehov tapp-w	57 000 kWh
Energiförbrukn värmepump	15 400 kWh
Drifftid värmepump	4 380 tim
Energiförbrukn P1 (0,13 kW) *)	570 kWh
Energiförbrukn P2 (0,13 kW) **)	1 140 kWh
Energiförbrukn FF1 (0,35 kW) ***)	2 190 kWh
Summa energiförbrukn	19 300 kWh
Besparing hus 6	37 700 kWh
*) P1 samkörs med värmepump	4 380 tim/år
***) P2 har kontinuerlig drift	8 760 tim/år
****) FF1 motsvarar hus 5	8 760 tim/år
0,35 kW, helfart	5 840 tim/år
0,05 kW, halvfart	2 920 tim/år

Hus 7 - årsvärden:

Antal lägenheter	10 st
Energibehov tapp-w	30 000 kWh
Energiförbrukn värmepump	7 500 kWh
Drifftid värmepump	3 750 tim
Energiförbrukn P1 (0,13 kW) *)	490 kWh
Energiförbrukn P2 (0,13 kW) **)	1 140 kWh
Energiförbrukn FF1 (0,20 kW) ***)	1 260 kWh
Summa energiförbrukn	10 390 kWh
Besparing hus 7	19 610 kWh
*) P1 samkörs med värmepump 3 750 tim/år	
**) P2 har kontinuerlig drift 8 760 tim/år	
***) FF1 motsvarande hus 5 8 760 tim/år	
0,20 kW, helfart 5 840 tim/år	
0,03 kW, halvfart 2 920 tim/år	

3.5 Framtida uppvärmning

Värmepumparna är som framgår av kalkylerna kraftigt överdimensionerade med en utnyttjningstid av ca 50 %.

För att bättre utnyttja kapaciteten kommer i framtiden något av husen att förses med t ex varmlufts-batterier i trapphusen. Dessa batterier kan t ex kopplas direkt till hetvattenkretsen mellan värmepump och laddningsväxlare. Dessa ledningar passerar förbi vissa trapphus.

3.6 Styrning, reglering

3.6.1 Styr- och reglerfunktioner vid indirekt förångning hus 1, 2, 3 och 8

Fläkt FF1 i frånluftdel startas samtidigt med värmepump. P2 och P3 har kontinuerlig drift. När temperaturen vid givare GT1 i w-ackumulator understiger t ex +35°C startas laddningspump P1.

Via laddningsväxlaren VVX kyls då vattnet i hetvattenkretsen vid P2. På inkommande ledning till kondensator sitter termostat GT3 som då startar värmepump och FF1 i frånluftdel. FF1 startas på hel- eller halvfart via impuls från centralur i K1.

När temperaturen vid GT2 överstiger t ex +45°C stoppas laddningspump P1. Härvid stiger temperaturen vid GT3 över +50°C och stoppar värmepump och FF1 i frånluftdel.

Självverkande minimitemperaturbegränsare SV1 shuntar tappvarmvattnet så, att kallare vatten än +50°C ej tillåts ut till nät och ackumulator.

3.6.2 Styr- och reglerfunktion vid direktförångning hus 4, 5, 6 och 7

Frånluftfläkt FF1 har kontinuerlig drift, hel- eller halvfart via impuls från centralur i K1. P2 har kontinuerlig drift.

F Ö har reglerutrustningen samma funktion som enligt kap 3.5.1 (indirekt förångning) dvs

- GT1 startar P1 vid fallande temp
- GT3 startar värmepump vid fallande temp
- GT2 stoppar P1 då tillräcklig temp uppnåtts
- GT3 stoppar värmepump då tillräcklig temp uppnåtts
- SV1 minimibegränsar tappvarmvattentemperaturen.

4 KOSTNADSKALKYLER

4.1 Kalkylmetod

För att bedöma lönsamheten hos en investering finns olika metoder med i många fall träffande namn såsom Pay-off-metoden, Besparingskostnads-metoden, Nuvärdesmetoden, Annuitetsmetoden osv. Metoderna förutsätter oftast någon form av kalkyl- eller internränta som är svår att bedöma. De förutsätter också normal finansiering med eget kapital eller kapital upplånat i bank.

I det här fallet avses finansieringen ske med s k *energilån*. Den enda möjligheten att då bedöma investeringens lönsamhet för fastighetsägaren är att göra en finansiell kalkyl, där inkomster av energibesparingar jämförs med utgifterna för åtgärden såsom kapitalkostnader, ökat underhåll etc.

Man kan bygga på beräkningen genom att t ex låta den årliga vinsten ackumuleras på ett konto år från år mot gällande inlåningsränta och se utfallet efter t ex tio år.

Emedan kapitalkostnaderna för energilånet är kända enligt de regler som regeringen bestämt får denna del av beräkningen liten felmarginal. För att utföra beräkningen måste ändock storleken av två faktorer antas, nämligen inflationen och energiprisökningen.

Inflationen kan inte förutses ens för det närmaste året, än mindre för en 20-årsperiod. I denna kalkyl antas inflationen bli 8 %.

Energiprisökningen har av statsmakterna i flertalet prognoser förutsatts öka med 2 % utöver inflationen. I denna kalkyl antas energiprisökningen bli 10 % per år.

4.2 Energilån för flerbostadshus

Den form av energisparstöd som nu gäller (maj 1983) måste betraktas som mycket förmånliga. Stödet lämnas som räntebidrag och lånen som lämnas i detta fall kallas vanligen *energilån*.

Om godkänd kostnad är *högst 100 000 kr* medges energilån för solvärme- och värmepumpsystem med 100 % av låneunderlaget. Om godkänd kostnad är *högre än 100 000 kr* medges lån med 100 % av låneunderlaget varvid 70 % lämnas som bottenlån från kreditinstitut och 30 % som statligt bostadslån.

Räntebidrag lämnas som garanterar låneräntan till 3 % första året, varefter den garanterade räntan stiger med 0,25 %-enheter per år. Man bör observera att den garanterade räntan hela tiden räknas på det ursprungliga lånebeloppet oavsett amorteringstakt.

4.3 Grundinvestering för frånluftvärmepumpar

För val av entreprenörer/leverantörer har anbudsinfordran skett för entreprenadformen *totalentreprenad*, dvs entreprenören ansvarar för såväl projektering som installation. Entreprenaden innefattar också alla delentreprenader såsom kyl-, ventilation-, rör-, bygg- och elentreprenad.

Anläggningskostnader kronor, hus 1, 2, 3 och 8 -
- indirekt förårgning:

Värmepumpar totalentreprenad	218 300
Index beräknat 3 %	6 550
Moms f n 12,87 %	28 950
Kontroll, besiktning, div	15 000
Summa hus 1, 2, 3 och 8	268 800

Anläggningskostnader kronor, hus 4, 5, 6 och 7 -
- direktförårgning:

Värmepumpar totalentreprenad	291 250
Index beräknat 3 %	8 750
Moms f n 12,87 %	38 600
Kontroll, besiktning, div	15 000
Summa hus 4, 5, 6 och 7	353 600

Grundinvestering för åtta hus, kr = 622 400

4.4 Kapitalkostnader med energilån

4.4.1 Beräkning av kapitalkostnader

Som tidigare nämnts finns ousinliga källor av litteratur angående olika typer av lönsamhetsberäkningar grundade på förutsättningen:

- konventionell finansiering med någon form av marknadsanpassad ränta.

Här nedan följer en redogörelse för kapitalkostnaderna vid 100 %-ig finansiering med energilån/bottenlån. För att åskådliggöra beräkningarna antas:

- frånluftvärmepumpar, flerbostadshus
- amorteringstid = 20 år
- godkänd kostnad = 200 000 kr
- statligt energilån 30 % = 60 000 kr
- ränta energilån f n = 13 %
- bottenlån 70 %, Spintab serielån = 140 000 kr
- ränta bottenlån f n = 12,2 %

Statligt lån:

.....

Lånet är i grunden ett s k annuitetslån dvs ränta och amorteringar skall fördelas över löptiden så, att betalningarna bli lika stora för alla terminer. Lånet har dock rörlig ränta vilken fastställs för ett år i sänder varför betalningarna kommer att variera något. På den garanterade räntan blir fastighetsägarens kapitalkostnader dock helt avvikande från ett annuitetslån, men beräkningsgången motsvarar ett sådant lån.

För att få fram storleken på amorteringarna utgår man från ett annuitetslån med räntesats 8 %. Amorteringarna följer en fast plan. I bilaga informationspärmen "Energirådgivaren" finns tabeller över amorteringarna, två terminer per år, se även bilaga 4:1. Vid lånebeloppet 10000 kr är amorteringen 1:a terminen 105:00 kr, 2:a 109:20 kr och 3:e terminen 113:57 kr.

∴ För 60 000 kronor blir amorteringen:

- termin 1 = $6 \cdot 105:00 = 630:00$ kr
- 2 = $6 \cdot 109:20 = 655:20$ kr
- 3 = $6 \cdot 113:57 = 681:42$ kr
- osv.

Räntan är dock inte 8 % utan bestäms av regeringen i december varje år och är f n 13 %. Räntan beräknas på vanligt sätt på inestående skuld och blir då:

- termin 1 = $0,5 \cdot 0,13 \cdot 60\ 000:00 = 3\ 900:00$ kr
- 2 = $0,5 \cdot 0,13 \cdot 59\ 370:00 = 3\ 859:05$ kr
- 3 = $0,5 \cdot 0,13 \cdot 58\ 714:80 = 3\ 816:45$ kr
- osv.

Staten garanterar räntan till 3 % första året plus 0,25 %-enheter per år, varför den egentliga räntan blir:

- termin 1 = $0,5 \cdot 0,03 \cdot 60\ 000:00 = 900:00$ kr
- 2 = $0,5 \cdot 0,03 \cdot 60\ 000:00 = 900:00$ kr
- 3 = $0,5 \cdot 0,0325 \cdot 60\ 000:00 = 975:00$ kr
- osv

och räntebidraget således:

- termin 1 = $3\ 900:00 - 900:00 = 3\ 000:00$ kr
- 2 = $3\ 859:05 - 900:00 = 2\ 959:05$ kr
- 3 = $3\ 816:45 - 975:00 = 2\ 841:45$ kr
- osv

Observera att den garanterade räntan hela tiden räknas på det ursprungliga lånebeloppet.

Bottenlån i kreditinstitut:

Även detta lån är i princip ett annuitetslån men följer en, fast plan beträffande amorteringarna och betecknas därför *serielån*. I bilaga 4:2 redovisas amorteringsplaner för ett sådant lån med 20, 25 och 30 års löptid. Uppgifter om dessa lån lämnas av kreditinstitut och banker.

∴ För 140 000 kronor blir amorteringen:

- termin 1 = 1,484 % av 140 000:00 = 2 077:60 kr
- 2 = 1,521 % av 140 000:00 = 2 129:40 kr
- 3 = 1,559 % av 140 000:00 = 2 182:60 kr
- osv.

Räntan för detta lån är för närvarande 12,2 % och blir då:

- termin 1 = $0,5 \cdot 0,122 \cdot 140\ 000:00 = 8\ 540:00$ kr
- 2 = $0,5 \cdot 0,122 \cdot 137\ 922:40 = 8\ 413:30$ kr
- 3 = $0,5 \cdot 0,122 \cdot 135\ 793:00 = 8\ 283:40$ kr
- osv.

Staten garanterar räntan på samma sätt som för det statliga lånet, varför den egentliga räntan blir:

- termin 1 = $0,5 \cdot 0,03 \cdot 140\ 000:00 = 2\ 100:00$ kr
- 2 = $0,5 \cdot 0,03 \cdot 140\ 000:00 = 2\ 100:00$ kr
- 3 = $0,5 \cdot 0,0325 \cdot 140\ 000:00 = 2\ 275:00$ kr
- osv

och räntebidraget således:

- termin 1 = $8\ 540:00 - 2\ 100:00 = 6\ 440:00$ kr
- 2 = $8\ 413:30 - 2\ 100:00 = 6\ 313:30$ kr
- 3 = $8\ 283:40 - 2\ 275:00 = 6\ 008:40$ kr
- osv

Även för bottenlånet räknas den garanterade räntan hela tiden på det ursprungliga lånebeloppet.

Kapitalkostnad:

Genom att sammanställa ränte- och amorteringskostnaderna för båda lånen erhålls en samlad bild av fastighetsägarens förväntade kapitalkostnader. Vid beräkning av räntebidraget sammanräknas räntekostnaderna för båda lånen för att sedan jämföras med den garanterade räntan.

Om bottenlån eller kreditiv har rörlig ränta, erhålls inte räntebidrag för den del av räntan som överstiger den av bostadsstyrelsen godkända räntan, f n 13 %.

För energilån och bottenlån redovisas kapitalkostnaderna i bilaga 4:3 med *nu gällande* räntekostnader. Man kan beräkna att räntebidraget i form av garanterad ränta upphör efter ca 14 år.

Bilaga 4:3:1 avser ett statligt lån om 100 000 kr
Bilaga 4:3:2 avser ett bottenlån om 100 000 kr.

4.4.2 Kapitalkostnader för hus 1, 2, 3 och 8

Godkänt låneunderlag antaget	268 800 kr
Statligt energilån 30 %	80 640 kr
Bottenlån 70 %	188 160 kr

Tabell 4.1 Kapitalkostnader i kronor för hus 1, 2, 3 och 8 under de första tio åren

År	Energilån	Bottenlån	Totalt
1	4 147	11 299	15 446
2	4 489	12 055	16 544
3	4 843	12 827	17 670
4	5 209	13 613	18 822
5	5 590	14 415	20 005
6	5 984	15 235	21 219
7	6 394	16 073	22 467
8	6 821	16 927	23 748
9	7 267	17 802	25 069
10	7 733	18 697	26 430
Summa	58 477	148 943	207 420

4.4.3 Kapitalkostnader för hus 4, 5, 6 och 7

Godkänt låneunderlag, antaget	353 600 kr
Statligt energilån 30 %	106 080 kr
Bottenlån 70 %	247 520 kr

Tabell 4.2 Kapitalkostnader i kronor för hus 4, 5, 6 och 7 under de första tio åren

År	Energilån	Bottenlån	Totalt
1	5 455	14 864	20 319
2	5 905	15 859	21 764
3	6 371	16 873	23 244
4	6 853	17 908	24 761
5	7 353	18 963	26 316
6	7 872	20 042	27 914
7	8 411	21 143	29 554
8	8 973	22 267	31 240
9	9 560	23 418	32 978
10	10 172	24 596	34 768
Summa	76 925	195 933	272 858

4.5 Hur mycket pengar spar värmepumparna åt fastighetsägaren?

4.5.1 Besparingar i hus 1, 2, 3 och 8

Energibesparing enligt kap 3.3.2

- hus 1	18 300 kWh
- hus 2	26 050 kWh
- hus 3	18 300 kWh
- hus 8	26 050 kWh
Summa	88 700 kWh

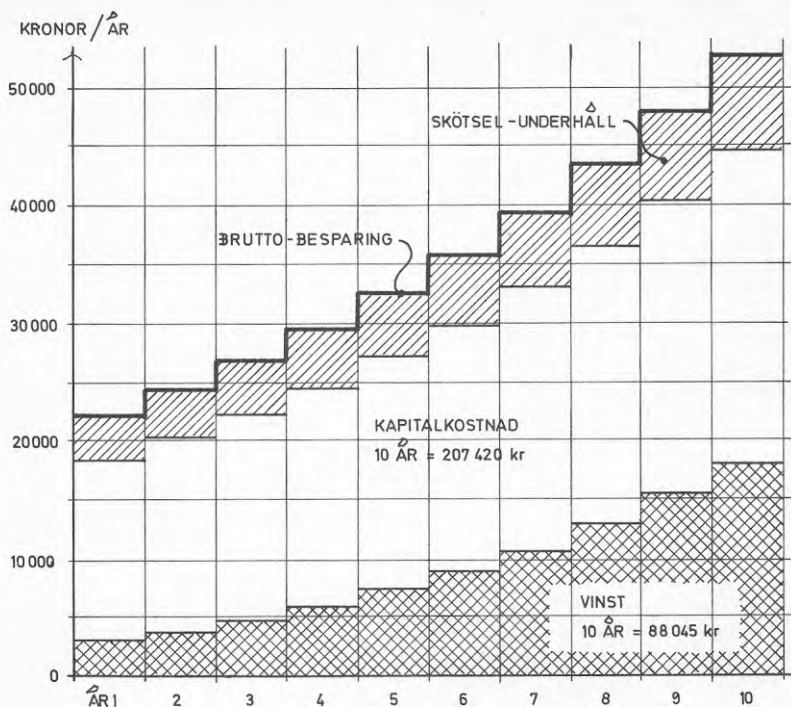
Besparingens värde 1:a året blir efter 0,25 kr/kWh = 22175 kr. Värdet av denna besparing antas där- efter öka med 10 % per år.

Ökade kostnader för skötsel och underhåll antas 1:a året till 1000 kr per hus, dvs 4000 kr. Skötsel- kostnaderna antas sedan öka med inflationen 8 % per år.

Tabell 4.3 Lönsamhetsbedömning för installation av frånluftvärmepumpar i hus 1, 2, 3 och 8, kronor.

År	Besparing	Skötsel	Nettobesp	Kapital- kostn	Vinst
1	22 175	4 000	18 175	15 446	2 729
2	24 393	4 320	20 073	16 544	3 529
3	26 832	4 666	22 166	17 670	4 496
4	29 515	5 039	24 476	18 822	5 654
5	32 466	5 442	27 024	20 005	7 019
6	35 713	5 877	29 836	21 219	8 617
7	39 284	6 347	32 937	22 467	10 470
8	43 212	6 855	36 357	23 748	12 609
9	47 534	7 404	40 130	25 069	15 061
10	52 287	7 996	44 291	26 430	17 861
Summa	353 411	57 946	295 465	207 420	88 045

Fig 4.1 Lönsamhetsbedömning av frånluftvärme-pumpar i hus 1, 2, 3 och 8.



4.5.2 Besparingar i hus 4, 5, 6 och 7

Energibesparing enligt kap 3.4.2

- hus 4	28 430 kWh
- hus 5	28 430 kWh
- hus 6	37 700 kWh
- hus 7	19 610 kWh
Summa	114 170 kWh

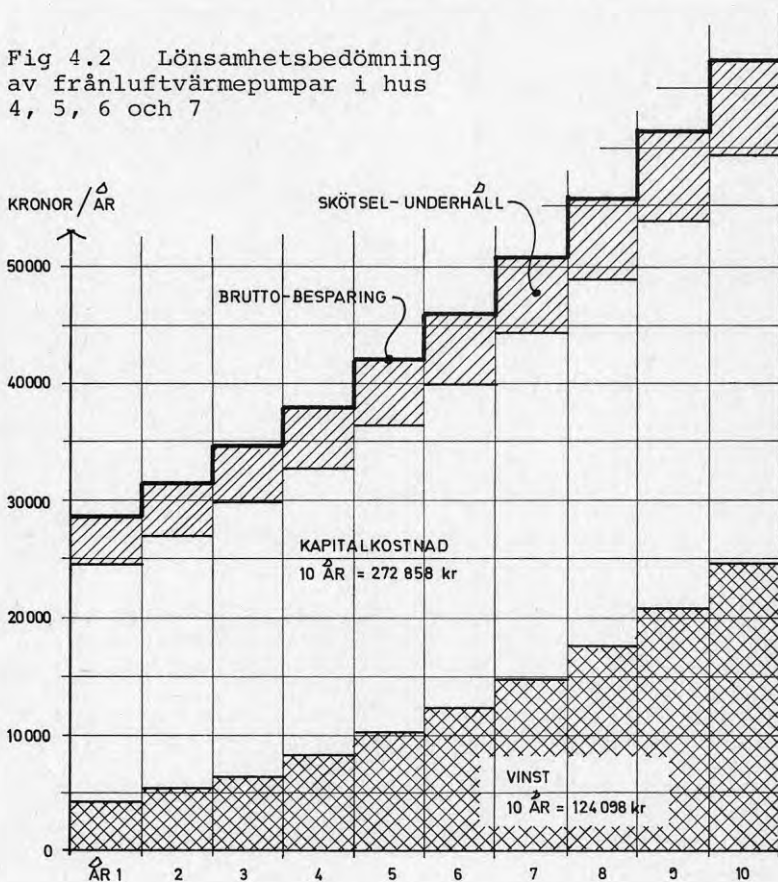
Besparingens värde 1:a året blir efter 0,25 kr/kWh = 28543 kr. Värdet av denna besparing antas där- efter öka med 10 % per år.

Ökade kostnader för skötsel och underhåll antas 1:a året till 1000 kr per hus, dvs 4000 kr. Skötsel- kostnaderna antas sedan öka med inflationen 8 % per år.

Tabell 4.4 Lönsamhetsbedömning för installation av frånluftvärmepumpar i hus 4, 5, 6 och 7, kronor.

År	Besparing	Skötsel	Nettobesp	Kapital- kostn	Vinst
1	28 543	4 000	24 543	20 319	4 224
2	31 397	4 320	27 077	21 764	5 313
3	34 537	4 666	29 871	23 244	6 627
4	37 991	5 039	32 952	24 761	8 191
5	41 790	5 442	36 348	26 316	10 032
6	45 969	5 877	40 092	27 914	12 178
7	50 566	6 347	44 219	29 554	14 665
8	55 622	6 855	48 767	31 240	17 527
9	61 184	7 404	53 780	32 978	20 802
10	67 303	7 996	59 307	34 768	24 539
Summa	454 902	57 946	396 956	272 858	124 098

Fig 4.2 Lönsamhetsbedömning av frånluftvärmepumpar i hus 4, 5, 6 och 7



4.5.3 Fördelaktigaste värmepumpköp

Om man jämför de båda husgrupperna ser man av tabell 4.3 resp 4.4 att i hus 1-2-3-8 sparas 88045 kronor under en tioårsperiod och i hus 4-5-6-7, 124098 kronor under samma tid.

Detta får dock icke tolkas så att värmepumpstypen med direktförångning för hus 4-5-6-7 ger större vinst än den andra typen med indirekt förångning. Den ger visserligen högre årsvärmefaktor, men det uppväger inte den högre anläggningskostnaden. Det är tvärtom så, att om värmepumparna med indirekt förångning installerades även i hus 4-5-6-7, skulle vinsten i dessa hus bli ännu större.

Det här beror helt enkelt på att hus 4-5-6-7 innehåller flera lägenheter och därigenom förbrukar mycket mera varmvatten. Det här är också en naturlig indikation på tesen, att "färre lägenheter än 15 per hus sällan ger lönsamhet åt frånluftvärmepumpar".

Som tidigare motiverats har de olika värmepumpstyperna utvalts med hänsyn till de utvärderingsmöjligheter som erbjuds i detta projekt.

Svaret på frågan om fördelaktigaste värmepumpköp kommer således att ges först när totalekonomi utvärderats efter något års drift- erfarenhet.

4.6 Totalekonomi

Som visats i tabeller och diagram, är den här installationen av frånluftvärmepumpar *väl lönsam för fastighetsägaren*, trots att husen vardera innehåller så få lägenheter. Installationsförhållandena är dock synnerligen gynnsamma.

Den direkta orsaken till den här lönsamheten, är de räntebidrag som staten bidrar med. De här räntebidragen minskar hela tiden under den tioårsperiod som kalkylen omfattar, och försvinner helt efter ca 14 år.

Om man ser den totala investeringen 622400 kr mot första årets nettobesparing 42718 kr blir den s k pay-off-tiden 14,6 år. Oavsett vilken kalkylmetod som används, visar den dålig eller mycket dålig lönsamhet för den här investeringen vid en "normal" finansiering.

5 MÄTPROGRAM

5:1 Orientering

De anbud på frånluftvärmepumpar som inlämnats till Fastighets AB Kopparstaden har visat en stor spridning beträffande ekonomi, teknik och prestationsförmåga.

Genom den mätning och utvärdering som planeras får man möjlighet att klart "varudeklarera" värmepumparna i just denna applikation.

Både för fastighetsägaren och för mätresultatets allmänintresse bör utvärderingen ge mera användbara resultat, om olika typer av värmepumpar installeras. För den ekonomiska helhetsbilden bör dock inte flera än två typer installeras här. Styckepriset stiger med färre antal enheter och detta område består sammanlagt av 92 hus, varför andra typer vid behov kan prövas i nästa etapp, om utfallet nu skulle bli dåligt.

5.2 Indirekt- och direkt förångning

För hus 1, 2, 3 och 8 föreslås ett indirekt system, som har ett separat vatten/glykolsystem för återvinning av värme ur frånluften. Principen är mycket vanlig på marknaden och medger användning av standardiserade värmepumpenheter avpassade även till andra typer av värmekällor. Nackdelen är något lägre värmefaktor (teor) än det direkta systemet.

För hus 4, 5, 6 och 7 föreslås ett system med direktförångning, där värmepumpens förångare är direkt placerad i frånluftskanalen. Värmepumpen utföres som prefabricerad enhet för utomhusutförande och placeras på tak.

5.3 Mätningar - till vad, och hur mycket?

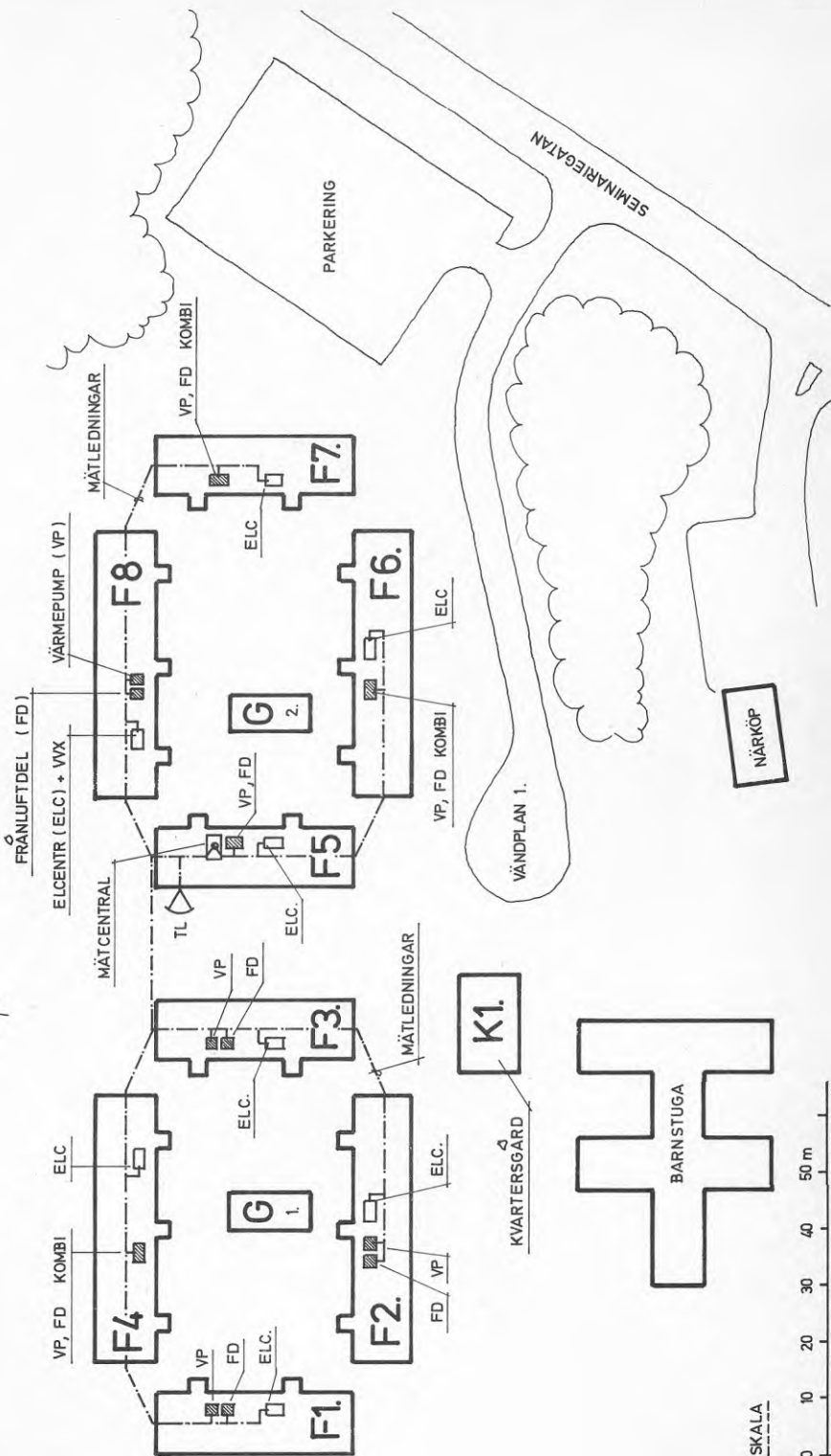
5.3.1 Mätresultat

Hela utvärderingen skall naturligtvis svara på frågan om frånluftvärmepumpar är en god investering för bostadshusen i Bojsenburg. Den bör även försöka svara på frågan om frånluftvärmepumpar generellt är en god investering i jämförelse med andra energibesparingsalternativ.

INDIREKT FÖRÄNGNING = HUS F1, F2, F3, F8.
 DIREKT FÖRÄNGNING = HUS F4, F5, F6, F7.
 "INTENSIV" - MÄTNING = HUS F5 OCH F8.

FIGUR 5.1
 MÄTNINGAR BOJSENBURG
 SITUATIONSPLAN

NORR.



5.3.2 Mätområdet

De åtta bostadshusens placering framgår av fig 5.1 där även mätinstallationerna skisserats. Som synes är husen utspridda med ca 200 m mellan mätinstallationernas yttersta delar.

5.3.3 Energiflödesmätningar i hus 4, 5, 6 och 7

Tonvikten vid mätningarna skall naturligtvis ligga hos energiflödesmätningen. Följande mätare installeras enligt fig 5.2 i hus 4, 5, 6 och 7:

- *tappvarmvattenenergi utnyttjad* ur anläggningen (via INT 1)
- *tappvarmvattenmängd uttagen* ur anläggningen (via INT 1)
- *tillförd energi* till tappvarmvattensystemet (via INT 2)
- *tappvarmvattenmängd uppvärmd* varigenom medeltemperaturdifferensen kan beräknas (via INT 2)
- *elenergi* EE för reservvärmepatroner i wberedare
- *elenergi* EE för cirkulationspumpar P1 och P2
- *elenergi* EE för drift av värmepump med frånluftdel. Här observeras att beträffande energi till fläktmotor endast fläktenergi för tryckfall i batteri och filter skall medräknas vid energibalansberäkningar. För att få ett rättvist värde på denna parameter mäts energiförbrukningen i ett referenshus.

5.3.4 Speciella funktionsmätningar

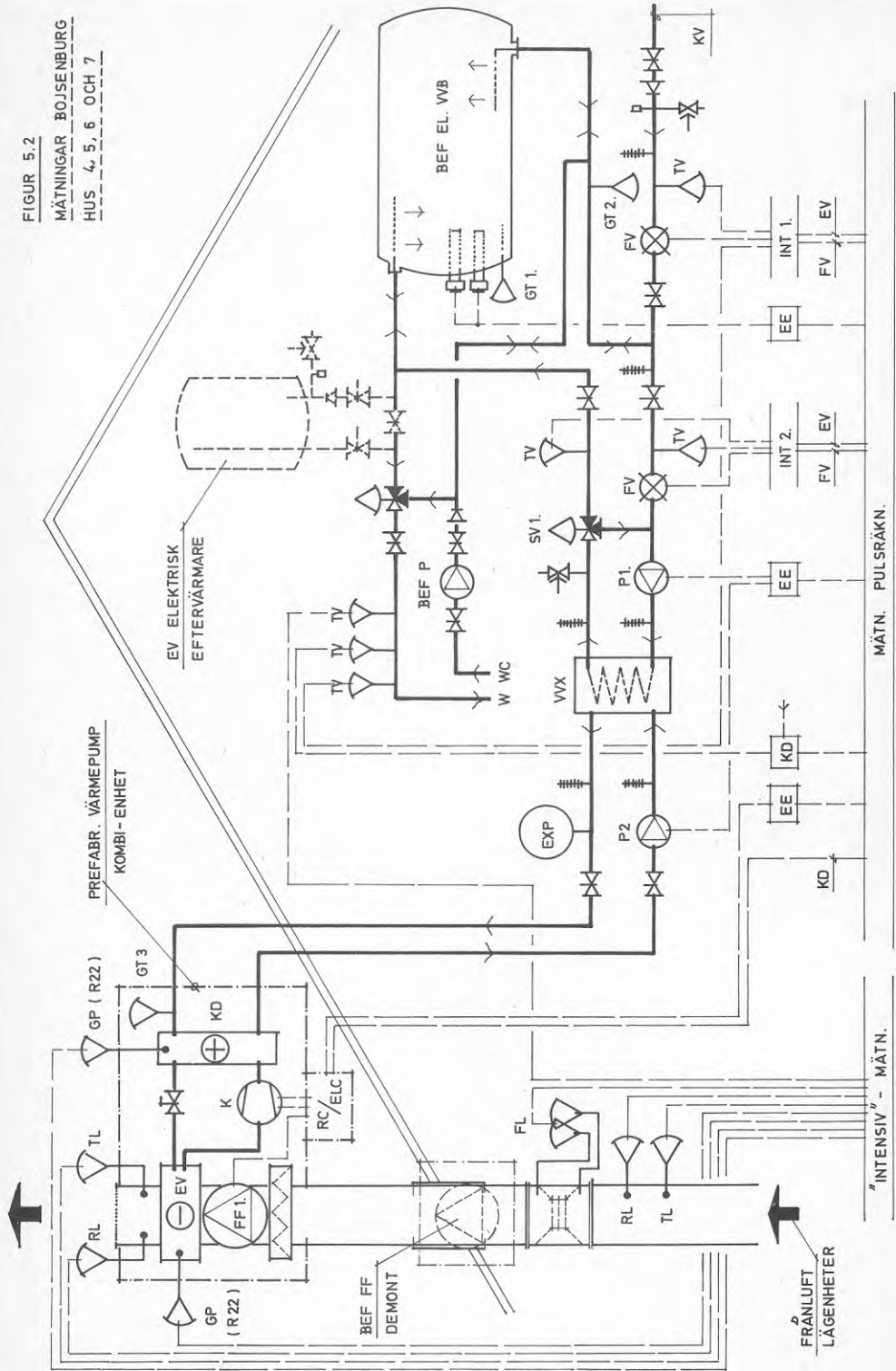
För att kunna dokumentera funktionen och härvidlag slippa lita till manuella observationer installeras:

- *drifftidsmätare* KD, för värmepump vilken samtidigt registrerar antalet starter.
- *registrering av utgående varmvattentemperatur*, TV. I hus 4, 6 och 7 sker detta med termostat som inställes på lägsta tappvarmvattentemperatur +45°C och under denna temp inkopplar drifftidsmätare KD. Drifftidsmätaren kan sedan via pulser registrera hur lång tid otillfredsställande tappvarmvattentemperatur levererats till hyresgästerna.

I hus 5 sker registreringen på sätt som beskrivs nedan under kapitel 5.3.6

FIGUR 5.2

MÄTNINGAR BOJSENBURG
HUS 4, 5, 6 OCH 7



PREFABR. VÄRMEPUMP
KOMBI-ENHET

EV ELEKTRISK
EFTERVÄRMARE

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)

GP (R22)



FRÅNLUFT
LÄGENHETER

INTENSIV - MÄTN.

HUS 5

MÄTN. PULSRÄKN.

HUS 4, 5, 6, 7.

5.3.5 Journal

Värmepump eller hjälpapparater ur funktion registreras av driftpersonal och journalföres. Även de ökade skötselkostnaderna registreras via journal.

5.3.6 Specialmätning i hus 5

Den värmepump som skall installeras i bl a hus 5 kommer att monteras som prefabricerad enhet på tak. Härigenom tas icke städskrubb på vind i anspråk för några installationer, utan *mätcentralen* kan placeras här.

För att mera allmänt kunna dokumentera värmepumpens kapacitet och möjligheter installeras en mera omfattande mätutrustning på värmepumpen i hus 5. Sålunda installeras enligt fig 5.2 mätning av:

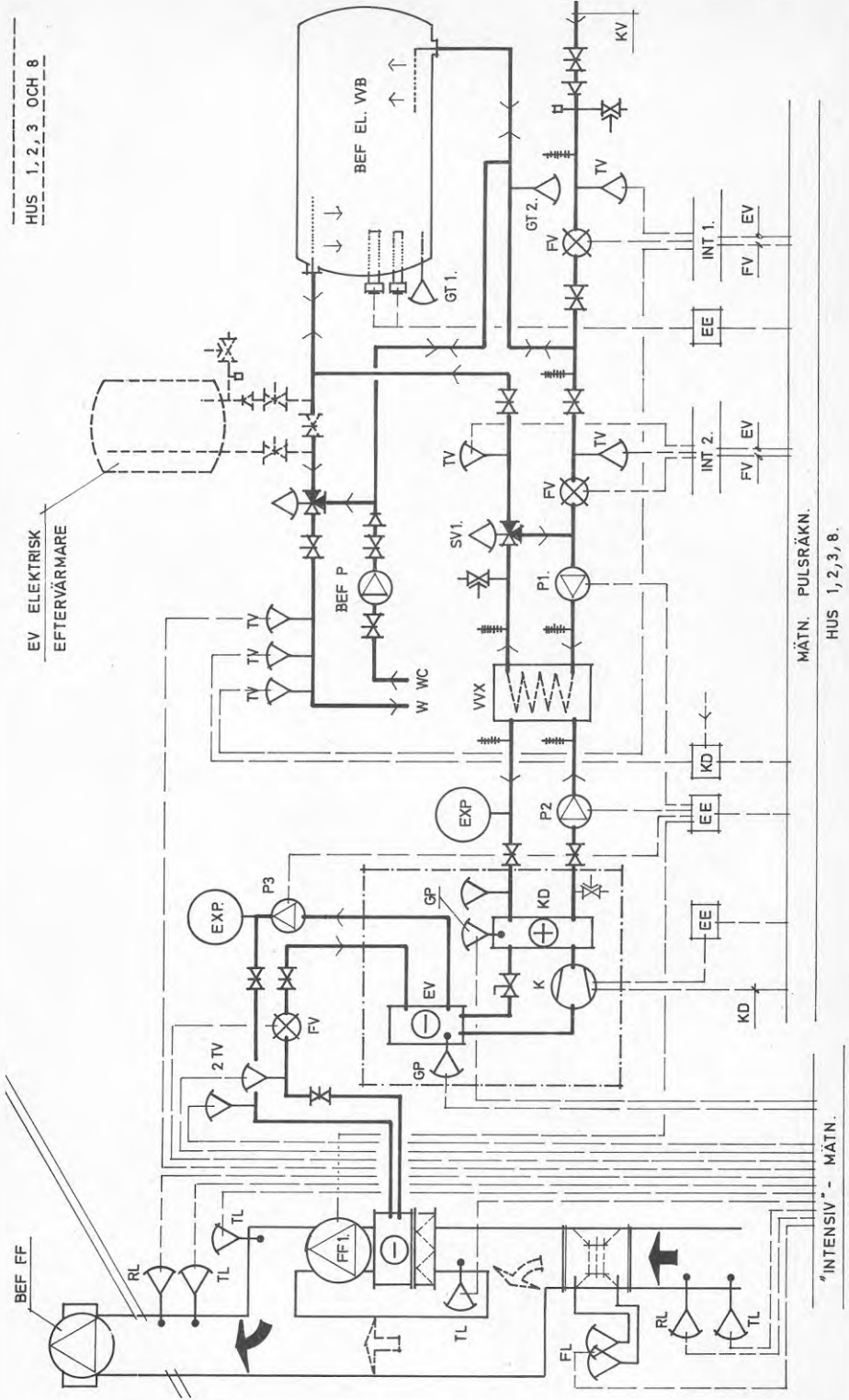
- *kondenseringstryck* GP
- *förångningstryck* GP
- *temperatur* frånluft TL, före och efter värmepumpen
- *relativ fuktighet* frånluft RL, före och efter värmepumpen
- *frånluftflödet* FL
- *temperatur* TV, på utgående tappvarmvatten, registreras t ex varannan minut.

Genom att sammanställa frånluftflödet med data för temperatur och relativ fuktighet kan den till värmepumpen avgivna värmeenergin beräknas.

5.3.7 Mätningar i hus 1, 2, 3 och 8

I fig 5.3 redovisas föreslagna mätinstallationer för hus 1, 2, 3 och 8. Energiflödesmätningarna överensstämmer i princip med de för fig 5.2 redovisade men:

- *elenergi*mätarna får en något annorlunda delning beträffande mätobjekt. Den av frånluftfläkt FF1 förbrukade elenergin kan som helhet hänföras till "energi hjälpapparater"
- *energi*mätning kan lätt ordnas på VÅ-kretsen enär värmen bärs i ett vatten/glykolsystem.



HUS 1, 2, 3 OCH 8

EV ELEKTRISK EFTERVÄRMARE

BEF EL. W.B.

GT 1.

W WC

WVX

EXP

P3

GP

EV

K

KD

EE

INT 1.

INT 2.

MÄTN. PULSRÄÄKN.

HUS 1, 2, 3, 8.

INTENSIV - MÄTN.

HUS 8

BEF FF

RL

TL

FF1.

TL

FL

RL

TL

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

TV

Hus 8 ligger närmast mätcentralen i hus 5. Där installeras specialmätpunkter motsvarande mätningar för hus 5. Emedan det här är fråga om en värmepump med indirekt förångning och inkopplingen f ö är annorlunda, installeras nedanstående specialmätpunkter:

- *kondenseringstryck* GP
- *förångningstryck* GP
- *temperatur* frånluft TL, från lägenheter samt i avluft ut över yttertak
- *relativ fuktighet* frånluft RL, från lägenheter samt i avluft ut över yttertak
- *frånluftflödet* FL
- *temperatur* frånluft TL, före och efter frånluftdel FF1
- *temperatur* TV på utgående tappvarmvatten, registreras t ex varannan minut
- *temperatur* TV, på fram- och återledning i VÅ-systemet
- *värmebärarflöde* FV, i VÅ-systemet.

Genom att sammanställa frånluftflödet med data för temperatur och relativ fuktighet kan följande data beräknas:

- värmeenergi i frånluft lägenheter
- värmeenergi ut från systemet (via FF)

5.3.8 Minimimätningar

De mätdata som redovisas som pulsräkning motsvarar minimikravet på mätning, om man skall dokumentera energiflödena i anläggningen.

De mätdata som redovisas som "intensiv"-mätning för hus 5 och 8 kan uteslutas eller ersättas med manuella mätperioder som redovisas under kap 5.4.2. Om mätningarna utesluts får man dock inte någon uppfattning om hur värmepumpen påverkar och arbetar i frånluftsystemet.

5.4 Insamling av mätdata

5.4.1 Mätpunktsförteckning

Minimimätprogram:

- pulsräkning i hus 1, 2, 3 och 8
9 st/hus = 36 st
- pulsräkning i hus 4, 5, 6 och 7
9 st/hus = 36 st

Pulsräkning totalt 72 st mätpunkter.

"Intensiv" - mätprogram:

- analog avsökning i hus 5 = 8 st
- utetemperatur, analog = 1 st
- analog avsökning i hus 8 = 12 st
- pulsräkning i hus 8 = 1 st

Detta innebär avsökning och behandling av totalt 21 analoga mätpunkter, samt registrering av 1 pulsräknare inom "intensiv"-programmet.

5.4.2 Manuell avläsning

De 72 mätpunkterna som ingår i minimimätprogram kan läsas av manuellt, men det stora antalet punkter ger utan tvekan problem vid t ex effektberäkningar, då man vill hänföra olika mätdata till samma tid.

Den manuella avläsningen bör kompletteras med "intensivmättnings"-perioder då speciella mätdata studeras genom manuella prov. Proven skall motsvara det analoga program som redovisas i figur 5.2 och 5.3.

5.4.3 Insamling med bordsdator

Den manuella avläsningen kräver mycket tid och framför allt stor disciplin hos personalen som skall utföra den. De enorma tabellverk som upprättas blir dessutom arbetskrävande både att kontrollera och sammanställa.

Om en bordsdator installeras i hus 5 kan den samla mätdata t ex varje timme eller vid behov med ännu kortare intervall.

Timvärden, veckovärden eller månadsvärden kan sedan skrivas ut enligt önskemål. Man har även möjlighet att bearbeta data i grafisk form.

Om mätinstrumentet installeras i hus 5 kan permanenta givare för analoga mätvärden installeras enligt figur 5.2 och 5.3 i hus 5 och 8. Bordsdator samlar även mätdata från dessa givare och beräknar följddata. De varmvattenmätare, som tidigare installerats i lägenheterna, bör avläsas några gånger framför allt för att verifiera mätresultat från huvudmätare (INT 1).



Fig 5.4 I hus 1, 2, 3 och 8 utnyttjas detta utrymme för värmepumpheter och i hus 5 för mätutrustningar

5.4.4 Långa elledningar

Alla installationer i denna anläggning utförs på vind. Elledningarna för mätpunktsinsamlingen blir långa men kommer i gengäld att spara mycket spring i trappor och på vindar.

De elledningar som erfordras för pulsräkningen är dessutom relativt enkla och okänsliga för störningar och omfattar huvuddelen av ledningarna. De utförs som provisoriska luftledningarna mellan de olika husens gavelspetsar.

Att hus 5 och 8 utvalts för intensivmätningar beror på att de ligger centralt, nära varandra och innehåller vardera 14 lägenheter vilket är representativt för samtliga hus i området.

För dessa analoga mätningar erfordras större noggrannhet hos elinstallationen, men den är i gengäld mycket begränsad i geografiskt hänseende.

5.5 Utvärderingen

Utvärderingen bör omfatta ett år *med kontinuerlig drift* i anläggningarna. Någon av mätcentralerna förutsätts sköta insamlingen av mätdata. För vidare bearbetning svarar projektgruppen för detta projekt.

De mätdata och drifterfarenheter som på detta sätt kan dokumenteras emotses med intresse av fastighetsbolaget, och skall utnyttjas för den fortsatta utbyggnaden med frånluftvärmepumpar.

Även andra fastighetsägare och värmepumptillverkare borde kunna utnyttja erfarenheterna från Bojsenburg. Det är också grundtanken med de medel som anslås för dokumentation - nämligen att föra utvecklingen ett steg framåt.

LITTERATUR

FörfattareTitel

Bäckström, B
Granryd, E
Morawetz, E
Nowacki, J-E
Hallén, T
1980

Värmepumpar. Underlag för
BFRs programplan 1981-1984.
(Skrift G33:1980 från Statens
råd för byggnadsforskning).

Bäckström, B
Sylvesten, G
1980

Värmepumpar för tappvarm-
vatten. (Rapport R146:1980
från Statens råd för bygg-
nadsforskning).

Gezelius, G
1982

Värmepumpar i befintliga
flerbostadshus. (Skrift
T8:1982 från Statens råd
för byggnadsforskning).

Bostadsstyrelsen
Stockholm 1982

Energihandläggaren

Statens Industriverk
Stockholm 1982

Energistödhandboken 1982/83

VVS-Forum
Stockholm 1982

VVS-Forums årsbok 1982/83

VVS-tekniska
föreningen
1979

Värmepumpar, VVS-special
nr 1:1979

VVS-tekniska
föreningen
1980

Lönsamhetskalkyler, VVS-
special nr 1:1980

Lagerholm, O
Göteborg 1982

Hur ser värmeverken på från-
luftvärmepumpar? Anförande
från "Värmepumpen på upp-
loppet" i Göteborg 1982
(Opublicerad stencil)

Olsson, Å
Göteborg 1982

Samspelet mellan fjärrvärme
och värmepumpar. Anförande
från "Värmepumpen på upp-
loppet" i Göteborg 1982
(Opublicerad stencil)

BILAGA 4:1

Amorteringsplaner i kronor, Statliga energilån

Lånebelopp: 10 000:- kronor, Räntesats: 8 %

År	Termin	Amorteringstid			
		25 år	20 år	15 år	10 år
1	1	65:50	105:00	178:50	336:00
	2	68:12	109:20	185:64	349:44
2	3	70:84	113:57	193:07	363:42
	4	73:68	118:11	200:79	377:95
3	5	76:63	122:84	208:82	393:07
	6	79:69	127:75	217:17	408:80
4	7	82:88	132:86	225:86	425:15
	8	86:19	138:17	234:89	442:15
5	9	89:64	143:70	244:29	459:84
	10	93:23	149:45	254:06	478:23
6	11	96:96	155:43	264:22	497:36
	12	100:83	161:64	274:79	517:26
7	13	104:87	168:11	285:78	537:95
	14	109:06	174:83	297:22	559:46
8	15	113:42	181:83	309:10	581:84
	16	117:96	189:10	321:47	605:12
9	17	122:68	196:66	334:33	629:32
	18	127:59	204:53	347:70	654:49
10	19	132:69	212:71	361:61	680:67
	20	138:00	221:22	376:07	702:48
11	21	143:52	230:07	391:12	
	22	149:26	239:27	406:76	
12	23	155:23	248:84	423:03	
	24	161:44	258:80	439:95	
13	25	167:90	269:15	457:55	
	26	174:61	279:91	475:85	
14	27	181:60	291:11	494:89	
	28	188:86	302:75	514:68	
15	29	196:42	314:86	535:27	
	30	204:27	327:46	545:52	
16	31	212:44	340:56		
	32	220:94	354:18		
17	33	229:78	368:35		
	34	238:97	383:08		
18	35	248:53	398:40		
	36	258:47	414:34		
19	37	268:81	430:91		
	38	279:56	448:15		
20	39	290:74	466:08		
	40	302:37	507:02		
21	41	314:47			
	42	327:05			
22	43	340:13			
	44	353:73			
23	45	367:88			
	46	382:60			
24	47	397:90			
	48	413:82			
25	49	430:37			
	50	447:87			

Annuiteter	
25 år	: 465:50 / halvår
20 år	: 505:00 / halvår
15 år	: 578:50 / halvår
10 år	: 736:00 / halvår

BILAGA 4:2

Amorteringsplan i % av ursprungligt kreditbelopp
Spintab SERIELÅN.

Ränta f n 12,2 % (maj -83).

År	Termin	Amorteringstid		
		30 år	25 år	20 år
1	1	0,420	1,026	1,484
	2	0,437	1,052	1,521
2	3	0,454	1,078	1,559
	4	0,472	1,105	1,598
3	5	0,491	1,133	1,638
	6	0,511	1,161	1,679
4	7	0,531	1,190	1,721
	8	0,553	1,220	1,764
5	9	0,575	1,250	1,808
	10	0,598	1,281	1,853
6	11	0,622	1,313	1,900
	12	0,647	1,346	1,947
7	13	0,672	1,380	1,996
	14	0,699	1,414	2,046
8	15	0,727	1,450	2,097
	16	0,756	1,486	2,149
9	17	0,787	1,523	2,203
	18	0,818	1,561	2,258
10	19	0,851	1,600	2,315
	20	0,885	1,640	2,372
11	21	0,920	1,681	2,432
	22	0,957	1,723	2,492
12	23	0,995	1,766	2,555
	24	1,035	1,810	2,619
13	25	1,077	1,856	2,684
	26	1,120	1,902	2,751
14	27	1,164	1,950	2,820
	28	1,211	1,998	2,891
15	29	1,259	2,048	2,963
	30	1,310	2,100	3,037
16	31	1,362	2,152	3,113
	32	1,417	2,206	3,191
17	33	1,473	2,261	3,270
	34	1,532	2,318	3,352
18	35	1,594	2,375	3,436
	36	1,657	2,435	3,522
19	37	1,724	2,496	3,610
	38	1,793	2,558	3,700
20	39	1,864	2,622	3,793
	40	1,939	2,688	3,891
Summa %		39,909	69,154	100,030

BILAGA 4:3:1

Statligt lån	100 000 kr
Amorteringstid	20 år
Ränta f n	13 %
Garanterad ränta	3 % + 0,25 % per år

År	Ter- min	Garant ränta	Amor- tering	Skuld	Ränta	Kapital- kostn
	0			100.000:00		
1	1	3,00	1.050:00	98.950:00	1.500:00	2.550:00
	2	3,00	1.092:00	97.858:00	1.500:00	2.592:00
2	3	3,25	1.135:70	96.722:30	1.625:00	2.760:70
	4	3,25	1.181:10	95.541:20	1.625:00	2.806:10
3	5	3,50	1.228:40	94.312:80	1.750:00	2.978:40
	6	3,50	1.277:50	93.035:30	1.750:00	3.027:50
4	7	3,75	1.328:60	91.706:70	1.875:00	3.203:60
	8	3,75	1.381:70	90.325:00	1.875:00	3.256:70
5	9	4,00	1.437:00	88.888:00	2.000:00	3.437:00
	10	4,00	1.494:50	87.393:50	2.000:00	3.494:50
6	11	4,25	1.554:30	85.839:20	2.125:00	3.679:30
	12	4,25	1.616:40	84.222:80	2.125:00	3.741:40
7	13	4,50	1.681:10	82.541:70	2.250:00	3.931:10
	14	4,50	1.748:30	80.793:40	2.250:00	3.998:30
8	15	4,75	1.818:30	78.975:10	2.375:00	4.193:30
	16	4,75	1.891:00	77.084:10	2.375:00	4.266:00
9	17	5,00	1.966:60	75.117:50	2.500:00	4.466:60
	18	5,00	2.045:30	73.072:20	2.500:00	4.545:30
10	19	5,25	2.127:10	70.945:10	2.625:00	4.752:10
	20	5,25	2.212:20	68.732:90	2.625:00	4.837:20
14	27	6,25	2.911:10	50.561:40	3.125:00	6.036:10
	28	6,25	3.027:50	47.533:90	3.125:00	6.152:50
15	29	6,50	3.148:60	44.385:30	3.089:70	6.238:30

Man ser här att termin 28 är den sista då räntebidrag utgår. Vid termin 29 slår den av regeringen fastställda räntan igenom om den då är 13 %.

Vid en korrekt beräkning skall räntekostnaderna för både statligt lån och bottenlån slås samman för att sedan jämföras med den garanterade räntan. Brytpunkten kommer då att förskjutas.

Tabellen kan användas för att beräkna kostnaden för ett 20-årigt statligt energilån med god noggrannhet för de första tio åren då den garanterade räntan bestämmer räntekostnaden. Efter brytpunkten, f n ca 14 år, är kostnaden beroende av räntans storlek.

BILAGA 4:3:2

Bottenlån, Spintab serielån	100 000 kr
Amorteringstid	20 år
Ränta f n	12,2 %
Garanterad ränta	3 % + 0,25 % per år

År	Ter- min	Garant ränta	Amor- tering	Skuld	Ränta	Kapital- kostn
	0			100.000		
1	1	3,00	1.484	98.516	1.500	2.984
	2	3,00	1.521	96.995	1.500	3.021
2	3	3,25	1.559	95.436	1.625	3.184
	4	3,25	1.598	93.838	1.625	3.223
3	5	3,50	1.638	92.200	1.750	3.388
	6	3,50	1.679	90.521	1.750	3.429
4	7	3,75	1.721	88.800	1.875	3.596
	8	3,75	1.764	87.036	1.875	3.639
5	9	4,00	1.808	85.228	2.000	3.808
	10	4,00	1.853	83.375	2.000	3.853
6	11	4,25	1.900	81.475	2.125	4.025
	12	4,25	1,947	79.528	2.125	4.072
7	13	4,50	1.996	77.532	2.250	4.246
	14	4,50	2.046	75.486	2.250	4.296
8	15	4,75	2.097	73.389	2.375	4.472
	16	4,75	2.149	71.240	2.375	4.524
9	17	5,00	2.203	69.037	2.500	4.703
	18	5,00	2.258	66.779	2.500	4.758
10	19	5,25	2.315	64.464	2.625	4.940
	20	5,25	2.372	62.092	2.625	4.997
	24	5,75	2.619	51.994	2.875	5.494
13	25	6,00	2.684	49.310	3.000	5.684
	26	6,00	2.751	46.559	2.840	5.591

Man ser här att termin 25 är den sista då räntebidrag utgår för detta lån. Vid termin 26 slår den marknadsmässiga räntan igenom, om den då är 12,2 %.

Vid en korrekt beräkning skall räntekostnaderna för både statligt lån och bottenlån slås samman för att sedan jämföras med den garanterade räntan. Brytpunkten kommer då att förskjutas.

Tabellen kan användas för att beräkna kostnaden för ett 20-årigt serielån som bottenlån med god noggrannhet för de första tio åren då den garanterade räntan bestämmer räntekostnaden. Efter brytpunkten, f n ca 14 år, är kostnaden beroende av räntans storlek.

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
820542-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till Fastighets AB Kopparstaden, Falun.**

R97: 1983

ISBN 91-540-3979-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700797

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 25 kr exkl moms