

Rapport

R31:1982

**Absorptionsvärmepumpar
i kombination med små
hetvattenpannor**

**Peter E Blomberg
Tommy Dahlgren
Eva Haegerstrand
Per Schmeling**

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

*K
9/11*

R31:1982

ABSORPTIONSVÄRMEPUMPAR I KOMBINATION
MED SMÅ HETVATTENPANNOR

Peter E Blomberg
Tommy Dahlgren
Eva Haegerstrand
Per Schmeling

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
801391-9 från Statens råd för byggnadsforskning
till Studsvik Energiteknik AB, Studsvik.

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

R31:1982

ISBN 91-540-3664-X
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
LiberTryck Stockholm 1982

INNEHÅLL

1.	SAMMANFATTNING	5
2.	INLEDNING	10
3.	MÅLSÄTTNING	12
4.	FÖRUTSÄTTNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR	13
5.	DIMENSIONERING AV EN ABSORPTIONS- VÄRMEPUMP	14
5.1	Utomhustemperaturens variation	14
5.2	Villans energibehov	14
5.3	Grunddata för värmepumpen	18
5.4	Villans energiförbrukning	19
5.5	Energibesparingar	22
6.	KOSTNADSUTRYMME FÖR VÄRMEPUMP	23
6.1	Allmänt	23
6.2	Förutsättningar	24
6.2.1	Oljeeldad panna	24
6.2.2	Energipris	25
6.2.3	Energiförbrukning	25
6.2.4	Avkastningskrav på kapital	25
6.3	Beräkningsunderlag	26
6.3.1	Årskostnad för oljepanna	26
6.3.2	Årskostnad för värmepump	26
6.3.3	Maximalt möjlig grundinvestering för värmepump	27
6.4	Maximal grundinvestering för värme- pumpen vid olika värmefaktorer	27
6.5	Krav på absorptionsvärmepump bas- erad på ammoniak och vatten	28
6.6	Väsentliga faktorerers inverkan på investeringsutrymme för absorp- tionsvärmepumpen	33
7.	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	39
	REFERENSFÖRTECKNING	43

1. SAMMANFATTNING

För sin drift kräver absorptionsvärmepumpar (AVP) högvärdig energi i temperaturområdet 130 - 200°C. Obetydlig eller ingen elenergi behöver användas. Absorptionsvärmepumpen kan kombineras med hetvattenpannor, och studien koncentreras kring villapannor. I första hand har de ekonomiska förutsättningarna för användning av absorptionsvärmepumpar i kombination med små hetvattenpannor studerats. Följande förutsättningar har gällt:

- investeringar förutsätts kräva rimlig avkastning på kapital
- vid den ekonomiska bedömningen jämförs AVP + panna med enbart panna av modern, oljeeldad typ
- absorptionsvärmepumpen skall dimensioneras för att täcka energibehovet i en enfamiljsvilla
- absorptionsvärmepumpen skall sättas in i befintlig bebyggelse vid pannbyte
- ytterluft används som värmekälla
- kostnadsreducering på grund av nuvarande skattesystem och möjligheter till energisparbidrag beaktas inte
- miljöaspekter beaktas inte

Siffervärden, som legat till grund för bedömningen framgår av Tabell 1.

Tabell 1

Basdata vid beräkningarna

Villans uppvärmningsbehov	25.9	MWh/år
kA-värde för huset	0.19	kW/°C
Inomhustemperatur	21	°C
Yttertemperatur då uppvärmning krävs	≤13	°C
Yttertemperatur då tillskotts- värme krävs	<-10	°C
Upptagnings- och starttid för AVP	0.25	h
Värmefaktor under uppstart	0	
Verkningsgrad för modern villa- panna	0.6-1.0	
Ekonomisk livslängd	10 resp 20	år
Investering i enbart panna	20 000	SEK
Energipris	0.2 - 0.4	SEK/kWh
Realränta på kapital	4 resp 10 %	

Fallet med villapanna kombinerad med absorptionsvärmepump har i första hand studerats med basdata från trakten av Stockholm. Värmegenomgångsfaktorn i huset beräknades till 0.19 kW/°C. Värmepumpen går antingen med konstant effekttillförsel eller är helt avstängd, denna funktion styrs med termostat. Frekvensen av start/stopp beror av drifttiden och varierar mellan 1 och 6 uppstarter per dygn. Den kontinuerliga värmefaktorn varierar med yttertemperaturen och får värden mellan 1.16(-10°C) och 1.29(+13°C). Villan anses inte kräva energi för uppvärmning vid yttertemperaturer överstigande 13°C. Vid beräkningarna har energiåtgången vid avfrostningen inte beaktats.

En villa i Jokkmokk har högre oljeförbrukning än motsvarande i Stockholm och energibesparingen räknat i kWh/år blir då större. Däremot kommer

värmepumpen oftare att arbeta med låg värmefaktor (lägre yttemperatur), vilket minskar energibesparingen. Sammantaget ändras inte investeringsutrymmet signifikant för AVP.

Den ekonomiska kalkylen utgår från att årskostnaden (= kapitalkostnader + driftkostnader) för värmepumpen inte får överskrida motsvarande kostnad för en oljeeldad panna. Ur ekonomisk synpunkt krävs då bl a en lägsta värmefaktor för värmepumpen i förhållande till merinvesteringens storlek. Resonemanget gäller för alla slags värmepumpar.

Grundinvesteringen för pannan har uppskattats till 20 000 SEK och för absorptionsvärmepumpen till 40 000 SEK (baserat på tyska uppgifter).

Den ekonomiska livslängden har satts till 10 år med restvärde noll. Två kalkylräntor har valts, 10 % och 4 %. Tre oljeprisnivåer, nämligen 0.20, 0.30 och 0.40 SEK/kWh har använts. Som jämförelse kan nämnas att dagspriset på villaolja motsvarar 0.18 SEK/kWh (1 780 SEK/m³, aug 1981). Om jämförelse görs med en panna med verkningsgraden 0.80 måste absorptionsvärmepumpen ha en årsmedelvärmefaktor på 1.3 - 1.6 (oljepris 0.20 SEK/kWh), medan en pannverkningsgrad av 1.0 höjer kravet på årsmedelvärmefaktorn till 1.9 - 2.7. Den tekniska årsmedelfaktorn redovisas till 1.1 för här studerad typ av absorptionsvärmepump.

Man kan lätt räkna fram det lägsta energipris som motsvarar den tekniska årsmedelvärmefaktorn på 1.1. För pannor med verkningsgraden 0.8 måste oljepriset stiga till minst 0.28 - 0.37 SEK/kWh (4 % resp 10 % ränta), med pannverkningsgraden 1.0 blir motsvarande energikostnad 1.1 - 1.4 SEK/kWh.

Utgående från den tekniska årsmedelvärmefaktorn 1.1 och oljepriset 0.20 SEK/kWh kan den möjliga grundinvesteringen för färdiginstallerad AVP inklusive dess panna beräknas. Vid en jämförande pannverkningsgrad på 0.8 skall grundinvesteringen vara mindre än 31 000 - 34 000 SEK (4 % resp 10 % ränta) med verkningsgraden 1.0 blir motsvarande siffror 23 000 - 24 000 SEK.

En känslighetsbedömning har genomförts med variationer av pannverkningsgrad (0.6 - 1.0), värmefaktor (1.0 - 1.5) och husets energibehov (10 000 - 40 000 kWh/år). Verkningsgraden på jämförande panna och husets energibehov inverkar kraftigast på erhållet investeringsutrymme. Med andra ord måste värmepumparna konkurrera med pannutvecklingen (bättre verkningsgrad) och andra energibesparande insatser (ex vis bättre isolering). Stora krav ställs därvid på låg merkostnad för villavärmepumpen i förhållande till andra alternativ samt bra värmefaktorer.

Slutsatsen blir att intresset för absorptionsvärmepumpar i ett första skede bör kanaliseras mot större anläggningar. Den större energiförbrukningen kombinerat med ökande kostnader för andra energisparande åtgärder ger bättre förutsättningar för absorptionsvärmepumpar. Möjligheterna att använda andra bränslen än olja förbättras också i stora anläggningar.

Allteftersom kunskaper byggs upp och absorptionstekniken utvecklas kan kanske även mindre anläggningsstorlekar göras tekniskt och ekonomiskt attraktiva - om förutsättningar finns kanske ända ner till villastorlek. Med dagens förutsättningar är det dock svårt att ekonomiskt motivera en insats av absorptionsvärmepumpar i villastorlek.

Övergång från luft till ytjord eller borrhål som värmekälla ändrar inte bilden, eftersom den höjda årsmedelfaktorn inte kompenseras av de ökade kostnaderna för att lägga slingor resp borra hål. Ett minskat avkastningskrav och skattemässiga fördelar kombinerat med direkta energisparstöd skulle kunna ändra bilden till absorptionspumpens fördel. Dessa faktorer är emellertid av sådan karaktär, att det inte här ansetts tillrådligt att göra en generell bedömning.

2. INLEDNING

Med stigande oljepriser blir skilda typer av oljebesparande eldningsanläggningar intressanta, både privatekonomiskt och samhällsekonomiskt. Kompressordrivna värmepumpar finns redan på marknaden och dessa bidrar till sjunkande oljebehov. Dessa värmepumpar är dock helt beroende av elkraft, vilket kan vara en tveksam fördel ur elproduktions- och distributionssynpunkt om de kommer till allmän användning.

Absorptionsvärmepumpar (AVP) har sedan lång tid haft en marknad om än liten, och de är väl kända till sin allmänna konstruktion. De kräver för sin drift ingen eller obetydlig elkraft, vilket är en avgjord fördel gentemot dagens kompressordrivna värmepumpar. Istället fordrar de tillgång till värmeenergi, och höga temperaturer gynnar ett effektivt utnyttjande av värmepumpsprincipen. De kan därför med fördel kombineras med oljeeldade pannor där erforderlig temperatur alltid kan åstadkommas. Även brännare för naturgas finns framtagna. En absorptionsvärmepump driven på fasta bränslen är däremot mer komplicerad. Fasta bränslen ställer krav på eldstadsrummet i vad gäller storlek och sotningsbarhet som ej gäller för eldningsolja och naturgas. Fasta bränslen är också svårare att reglera varför totalverkningsgraden kan bli lägre. Brännare för dessa bränslen är inte kommersiellt tillgängliga.

Liksom vid alla värmepumpsprocesser krävs tillgång till någon värmekälla av typ ytterluft, markvärme, ytvatten etc.

Det internationella intresset för små absorptionsvärmepumpar har varit större än i Sverige.

Utvecklingsläget, så som har beskrivits av Lindgren (1981) har inte nämnvärt förändrats. Vad beträffar systemet ammoniak/vatten har Lucas Group Services Ltd (England) långt kvar till marknadsföring. Idag finns endast en västtysk 15 kW maskin på marknaden (Rekord/AWT), medan flera västtyska firmor ägnat betydande intresse åt små absorptionsvärmepumpar, exempelvis Linde/Buderus, Happel/GEA, Ruhrgas/ASK och MAN. Detta intresse har delvis understötts med statliga forskningsmedel.

Föreliggande studie har gjorts för Statens Råd för Byggnadsforskning (BFR) enligt uppdrag 801391-9. Arbetet har utförts i intimt samarbete mellan AB Electrolux och Studsvik Energiteknik AB.

3. MÅLSÄTTNING

Projektets mål är att utreda de ekonomiska och tekniska förutsättningarna för användning av AVP i kombination med villapannor. Med tanke på teknikens nuvarande ståndpunkt begränsas studien till AVP på basis av ammoniak/vatten.

Följande delmål eftersträvas:

- Utredning av de ekonomiska förutsättningarna för en absorptionsvärmepump för villor. Vid gynnsamt utfall fortsätter arbetet enligt följande.
- skissering av teknisk lösning med en pump insatt mellan systemets låg- och högtryckssida, (Carré-process).
- skissering av teknisk lösning enligt själv-cirkulationsprincipen, eventuellt som integrerad del av värmepannan.
- uppskattning av tillverkningskostnaderna enligt ovan.
- allmänna synpunkter på kombinationen absorptionsvärmepump/panna.

Under projektarbetets gång framkom sådana resultat beträffande de ekonomiska förutsättningarna att en omprioritering bland de uppsatta delmålen ansågs nödvändig. De tekniska lösningarna har därför inte berörts och de ekonomiska bedömningarna har istället gjorts fylligare.

4. FÖRUTSÄTTNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR

Anledningen till de valda förutsättningarna och avgränsningarna, som listas nedan, framgår av avsnitt 7.

- investeringarna förutsätts kräva rimlig avkastning på kapitalet
- AVP i befintlig bebyggelse (nyinstallation)
- AVP ska dimensioneras att täcka energi-behovet för en enfamiljsvilla
- vid den ekonomiska bedömningen jämförs AVP + panna med enbart panna av modern oljeeldad typ
- AVP av Carré-typ med ammoniak/vatten
- ytterluft som värmekälla
- miljöaspekter beaktas inte
- skattetekniska fördelar beaktas inte
- energisparbidrag beaktas inte

5. DIMENSIONERING AV EN ABSORPTIONSVÄRMEPUMP

5.1 Utomhustemperaturens variation

Värmepumpens verkningsgrad är beroende av evaporatorns omgivningstemperatur. För att kunna beräkna villans energibehov måste utomhustemperaturens variation under året vara känd. Värden för ett normalår i Stockholm och i Jokkmokk har erhållits ur Taesler (1972: Tabell a 5). Från dessa temperaturvaraktighetskurvor har sedan värdena i Tabell 2 och 3 uppskattats.

Graddygns procentuella fördelning under året har erhållits ur Munther (1974:50). I Stockholm är graddygnssumman för ett normalår beräknad till 5 452.

5.2 Villans energibehov

Villans energibehov kan approximativt beräknas med hjälp av följande formel

$$P = k \cdot A (t_{in} - t_{ut})$$

$$P = \text{värmeflöde (W)}$$

$$k = \text{värmegenomgångskoefficient (W/m}^2, \text{ }^\circ\text{C)}$$

$$A = \text{begränsningsyta (m}^2\text{)}$$

$$t_{in} = \text{temperaturen inomhus (}^\circ\text{C)}$$

$$t_{ut} = \text{temperaturen utomhus (}^\circ\text{C)}$$

Tabell 2

Energibehov, Stockholm

Tot °C	Antal dygn -	Uppvärm- ningsbehov kWh/d	Tillskott från el kWh/d	Varmvat- tenbehov kWh/d	Totalt värmebehov kWh/d	kW	Värmebehov under period kWh
-18	1	177.8	6.8	9.6	180.6	7.5	180.6
-17	1	173.3	6.8	9.6	176.1	7.3	176.1
-16	1	168.7	6.8	9.6	171.5	7.1	171.5
-15	1	164.2	6.8	9.6	167.0	7.0	167.0
-14	1	159.6	6.8	9.6	162.4	6.8	162.4
-13	1	155.0	6.8	9.6	157.8	6.6	157.8
-12	1	150.5	6.8	9.6	153.3	6.4	153.3
-11	1	145.9	6.8	9.6	148.7	6.2	148.7
-10	2	141.4	6.8	9.6	144.2	6.0	288.3
-9	4	136.8	6.8	9.6	139.6	5.8	558.4
-8	5	132.2	6.8	9.6	135.0	5.6	675.2
-7	5	127.7	6.8	9.6	130.5	5.4	652.4
-6	5	123.1	6.8	9.6	125.9	5.2	629.6
-5	5	118.6	6.8	9.6	121.4	5.1	606.8
-4	9	114.0	6.8	9.6	116.8	4.9	1 051.2
-3	9	109.4	6.8	9.6	112.2	4.7	1 010.2
-2	9	104.9	6.8	9.6	107.7	4.5	969.1
-1	9	100.3	6.8	9.6	103.1	4.3	928.1
0	9	95.8	6.8	9.6	98.6	4.1	887.0
1	28	91.2	6.8	9.6	94.0	3.9	2 632.0
2	29	86.6	6.8	9.6	89.4	3.7	2 593.8
3	28	82.1	6.8	9.6	84.9	3.5	2 376.6
4	19	77.5	6.8	9.6	80.3	3.3	1 526.1
5	19	73.0	6.8	9.6	75.8	3.2	1 439.4
6	19	68.4	6.8	9.6	71.2	3.0	1 352.8
7	10	63.8	6.8	9.6	66.6	2.8	666.4
8	10	59.3	6.8	9.6	62.1	2.6	620.8
9	10	54.7	6.8	9.6	57.5	2.4	575.2
10	10	50.2	6.8	9.6	53.0	2.2	529.6
11	10	45.6	6.8	9.6	48.4	2.0	484.0
12	10	41.0	6.8	9.6	43.8	1.8	438.4
13	10	36.5	6.8	9.6	39.3	1.6	392.8
>13	71	0		9.6	9.6	0.4	681.6
365						25 887	

Tabell 3

Energibehov, Jokkmokk

Tot °C	Antal dygn -	Uppvärm- ningsbehov kWh/d	Tillskott från el kWh/d	Varmvat- tenbehov kWh/d	Totalt värmebehov kWh/d	kW	Värmebehov under period kWh
-30	1	232.6	6.8	9.6	235.4	9.8	235.4
-28	2	228.0	6.8	9.6	230.8	9.6	461.6
-28	2	223.4	6.8	9.6	226.2	9.4	452.5
-27	2	218.9	6.8	9.6	221.7	9.2	443.4
-26	2	214.3	6.8	9.6	217.1	9.0	434.2
-25	2	209.8	6.8	9.6	212.6	8.9	425.1
-24	2	205.2	6.8	9.6	208.0	8.7	416.0
-23	2	200.6	6.8	9.6	203.4	8.5	406.9
-22	2	196.1	6.8	9.6	198.9	8.3	397.8
-21	2	191.5	6.8	9.6	194.3	8.1	388.6
-20	2	187.0	6.8	9.6	189.8	7.9	379.5
-19	3	182.4	6.8	9.6	185.2	7.7	555.6
-18	3	177.8	6.8	9.6	180.6	7.5	541.9
-17	4	173.3	6.8	9.6	176.1	7.3	704.3
-16	4	168.7	6.8	9.6	171.5	7.1	686.1
-15	5	164.2	6.8	9.6	167.0	7.0	834.8
-14	5	159.6	6.8	9.6	162.4	6.8	812.0
-13	6	155.0	6.8	9.6	157.8	6.6	947.0
-12	7	150.5	6.8	9.6	153.3	6.4	1 073.0
-11	8	145.9	6.8	9.6	148.7	6.2	1 189.8
-10	11	141.4	6.8	9.6	144.2	6.0	1 585.8
-9	11	136.8	6.8	9.6	139.6	5.8	1 535.6
-8	11	132.2	6.8	9.6	135.0	5.6	1 485.4
-7	11	127.7	6.8	9.6	130.5	5.4	1 435.3
-6	11	123.1	6.8	9.6	125.9	5.2	1 385.1
-5	11	118.6	6.8	9.6	121.4	5.1	1 335.0
-4	11	114.0	6.8	9.6	116.8	4.9	1 284.8
-3	11	109.4	6.8	9.6	112.2	4.7	1 234.6
-2	11	104.9	6.8	9.6	107.7	4.5	1 184.5
-1	11	100.3	6.8	9.6	103.1	4.3	1 134.3
0	11	95.8	6.8	9.6	98.6	4.1	1 084.2
1	11	91.2	6.8	9.6	94.0	3.9	1 034.0
2	12	86.6	6.8	9.6	89.4	3.7	1 073.3
3	14	82.1	6.8	9.6	84.9	3.5	1 188.3
4	12	77.5	6.8	9.6	80.3	3.3	963.8
5	9	73.0	6.8	9.6	75.8	3.2	681.8
6	9	68.4	6.8	9.6	71.2	3.0	640.8
7	9	63.8	6.8	9.6	66.6	2.8	599.8
8	9	59.3	6.8	9.6	62.1	2.6	558.7
9	9	54.7	6.8	9.6	57.5	2.4	517.7
10	9	50.2	6.8	9.6	53.0	2.2	476.6
11	9	45.6	6.8	9.6	48.4	2.0	435.6
12	9	41.0	6.8	9.6	43.8	1.8	394.6
13	9	36.5	6.8	9.6	39.3	1.6	353.5
>13	48	0.0		9.6	9.6	0.4	460.8

En standardvilla förbrukar enligt Munther (1974:120) 24 900 kWh/år till uppvärmning. Om standardvillan antages belägen i Stockholm kan husets kA-värde beräknas eftersom graddygnssumman för ett år är känd.

$$kA = \frac{24\,900}{24 \cdot 5\,452} = 0.190 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Samma kA-värde används på huset i Jokkmokk.

Inomhustemperaturen har förutsatts vara 21°C. När utomhustemperaturen överstiger 13°C förutsätts att ingen extra uppvärmning av huset krävs.

Värmepumpen skall dimensioneras för att även klara av uppvärmning av tappvarmvatten. Enligt Munther (1974:120) åtgår det 3 500 kWh/år ytterligare till detta ändamål. Approximativt kan man anta att detta är jämt fördelat över året, dvs 9.6 kWh/dygn.

Ett tillskott till uppvärmningen av huset erhålls från hushållsel. Storleken på detta tillskott uppgår enligt Munther (1974:120) på ett år till 2 500 kWh. Om man även här antar en jämn fördelning under året blir tillskottet 6.8 kWh/dygn.

Med hjälp av ovanstående har värmebehovet beräknats vid olika utomhustemperaturer. Det totala energi-behovet är 25 887 kWh/år för Stockholm (se Tabell 2) medan det är 35 849 kWh/år för Jokkmokk (se Tabell 3).

5.3 Grunddata för värmepumpen

Beräkningarna görs för en värmepump av Carré-typ med medieparet vatten/ammoniak. Den tekniska funktionen av apparaten finns beskriven i litteraturen, se till exempel Bäckström (1970:789).

Med utgångspunkt från utomhustemperaturbilden är det lämpligt att dimensionera värmepumpen att gå kontinuerligt vid -10°C . Värmepumpen måste alltså kompletteras med en värmepanna för att klara villans energibehov de riktigt kalla dagarna.

Värmepumpen ska gå termostatiskt. Uppstartnings-tiden är 15 min, under denna tid är värmefaktorn 0. Antalet uppstarter per dygn är beroende av driftstiden och har uppskattats till följande

Driftstid (h/d)	Antalet uppstarter
24 - 20	1
20 - 15	2
15 - 10	4
10 - 0	6

Flera teoretiska undersökningar av värmefaktorn för absorptionsvärmepumpar av denna typ finns redovisade i litteraturen.

Värmefaktorn definieras som

$$\phi = \frac{q_c + q_a}{q_b/\varepsilon + q_p}$$

q_c	= värme avgivet från kondensorn
q_a	= värme avgivet från absorbator
q_b	= värme upptaget av kokaren
q_p	= energi tillfört lösningsmedelpumpen
ε	= kokarverkningsgraden

Värden på värmefaktorn är hämtade från Karnik (1980:52) och återges i Tabell 4 och 5.

5.4 Villans energiförbrukning

Värmepumpen skall dimensioneras för att gå kontinuerligt vid -10°C . Under denna temperatur skall en värmepanna användas. Värmebehovet vid -10°C är 144.2 kWh/d, effektbehovet vid kontinuerlig drift blir följaktligen 6 kW. Driftstiden per dygn kan sedan beräknas

$$D_t = \frac{P_t \cdot 24}{P_{\text{kont}}}$$

D_t	= driftstid
P_t	= effektbehovet vid utomhustemperaturen $t^\circ\text{C}$
P_{kont}	= effektbehovet vid kontinuerlig drift

Antalet uppstarter är bestämt av driftstiden och en korrigerad verkningsgrad för värmepumpen kan beräknas

$$\phi_{\text{korr}} = \phi \cdot \frac{D_t}{D_t + \text{antalet uppstarter} \cdot 0.25}$$

När uppvärmningen sker med hjälp av en värmepanna varierar verkningsgraden med panntyp och underhåll. Som ett värde på verkningsgraden för en bra konventionell värmepanna har valts 0.8.

Tabell 4

Energiförbrukning, Stockholm

Tot °C	Kont -	Driftstid h	Antalet uppstarter -	$\phi_{\text{kor}}\text{r}$ -	Värmebehov under period kWh	Energi- förbrukn kWh
-18	0.80				180.6	225.8
-17	0.80				176.1	220.1
-16	0.80				171.5	214.4
-15	0.80				167.0	208.8
-14	0.80				162.4	203.0
-13	0.80				157.8	197.3
-12	0.80				153.3	191.6
-11	0.80				148.7	185.9
-10	1.16	24.0	0	1.16	288.3	248.5
-9	1.17	23.3	1	1.16	558.4	482.4
-8	1.18	22.5	1	1.17	675.2	578.6
-7	1.19	21.7	1	1.18	652.4	554.6
-6	1.20	21.0	1	1.19	629.6	530.9
-5	1.21	20.2	1	1.20	606.8	507.7
-4	1.22	19.5	2	1.19	1 051.2	1 250.4
-3	1.22	18.7	2	1.19	1 010.2	850.2
-2	1.23	17.9	2	1.20	969.1	809.9
-1	1.24	17.2	2	1.20	928.1	771.3
0	1.24	16.4	2	1.20	887.0	737.1
1	1.25	15.7	2	1.21	2 632.0	2 172.7
2	1.25	14.9	4	1.17	2 593.8	2 214.3
3	1.26	14.1	4	1.18	2 376.6	2 020.0
4	1.26	13.4	4	1.17	1 526.1	1 301.6
5	1.27	12.6	4	1.18	1 439.4	1 223.3
6	1.28	11.9	4	1.18	1 352.8	1 145.7
7	1.28	11.1	4	1.17	666.4	567.5
8	1.28	10.3	4	1.17	620.8	532.1
9	1.28	9.6	6	1.11	575.2	519.6
10	1.28	8.8	6	1.09	529.6	484.3
11	1.29	8.1	6	1.09	484.0	444.7
12	1.29	7.3	6	1.07	438.4	409.7
13	1.29	6.5	6	1.05	392.8	374.8
>13	1.29	1.6	2	0.98	681.6	693.5

Tabell 5

Energiförbrukning, Jokkmokk

Tot °C	Kont -	Driftstid h	Antal uppstarter -	ϕ_{korrr}	Värmebehov under period kWh	Energi- förbrukn kWh
-30	0.80				235.4	294.3
-29	0.80				461.6	577.0
-28	0.80				451.5	565.6
-27	0.80				443.4	554.3
-26	0.80				434.2	542.8
-25	0.80				425.1	531.4
-24	0.80				416.0	520.0
-23	0.80				406.9	508.6
-22	0.80				397.8	497.3
-21	0.80				388.6	485.8
-20	0.80				379.5	474.4
-19	0.80				555.6	694.5
-18	0.80				541.9	677.4
-17	0.80				704.3	880.4
-16	0.80				686.1	857.6
-15	0.80				834.8	1 043.5
-14	0.80				812.0	1 015.0
-13	0.80				947.0	1 183.8
-12	0.80				1 073.0	1 341.3
-11	0.80				1 189.8	1 487.3
-10	1.16	24.0	0	1.16	1 585.8	1 367.1
-9	1.17	23.3	1	1.16	1 535.6	1 323.8
-8	1.18	22.5	1	1.17	1 485.4	1 269.6
-7	1.19	21.7	1	1.18	1 435.3	1 216.4
-6	1.20	21.0	1	1.19	1 385.1	1 163.9
-5	1.21	20.2	1	1.20	1 335.0	1 112.5
-4	1.22	19.5	2	1.19	1 284.8	1 079.7
-3	1.22	18.7	2	1.19	1 234.6	1 037.5
-2	1.23	17.9	2	1.20	1 184.5	987.1
-1	1.24	17.2	2	1.20	1 134.3	945.3
0	1.24	16.4	2	1.20	1 084.2	903.5
1	1.25	15.7	2	1.21	1 034.0	854.5
2	1.25	14.9	4	1.17	1 073.3	917.4
3	1.26	14.1	4	1.18	1 188.3	1 007.0
4	1.26	13.4	4	1.17	963.8	823.8
5	1.27	12.6	4	1.18	681.8	577.8
6	1.28	11.9	4	1.18	640.8	543.1
7	1.28	11.1	4	1.17	599.8	512.6
8	1.28	10.3	4	1.17	558.7	477.5
9	1.28	9.6	6	1.11	517.7	466.4
10	1.28	8.8	6	1.09	476.6	437.2
11	1.29	8.1	6	1.09	435.6	399.6
12	1.29	7.3	6	1.07	394.6	368.8
13	1.29	6.5	6	1.05	353.5	336.7
>13	1.29	1.6	2	0.98	460.8	470.2

Värmepannor med bättre verkningsgrad finns dock framtagna. Fagersta AB säljer en panna med en verkningsgrad på nära 1.0.

Den erforderliga energitillförseln vid användning av värmepump och värmepanna har beräknats och redovisas i Tabell 4 för Stockholm och Tabell 5 för Jokkmokk.

5.5 Energibesparingar

Om pannan har en verkningsgrad på 0.8 måste 32 360 kWh tillföras per år i Stockholm om man har enbart panna. Är pannan kombinerad med en värmepump blir energiförbrukningen 23 070 kWh/år. Besparingen uppgår alltså till 9 290 kWh/år. I Jokkmokk måste 44 810 kWh/år tillföras om man har enbart panna. Om denna är kombinerad med en värmepump krävs 35 330 kWh/år dvs besparingen blir 9 480 kWh/år.

Med en förbättrad värmepanna med en verkningsgrad på nära 1.0 blir förbrukning med enbart panna 25 890 kWh/år i Stockholm och 35 850 kWh/år i Jokkmokk. Besparing blir då endast 2 820 kWh/år för Stockholmsvillan och 520 kWh/år för villan i Jokkmokk.

Årsmedelverkningsgraden blir 1.1 för Stockholm och 1.0 för Jokkmokk.

6. KOSTNADSUTRYMME FÖR VÄRMEPUMP

6.1 Allmänt

Målsättningen med detta avsnitt är att översiktligt studera vilka dimensionerande krav som ställs på en ekonomiskt konkurrenskraftig värmepump med en storlek lämplig för villabruk. Jämförelser görs i första hand med oljeeldade pannor, eftersom dessa är de främsta konkurrenterna till bränsledrivna absorptionsvärmepumpar. Denna jämförelse måste vara positiv för värmepumpen för att man skall fortsätta och jämföra andra alternativ.

I kalkylen förutsätts att totala årskostnaden (= kapitalkostnader + driftskostnader) för värmepumpen inte får överskrida motsvarande kostnad för en oljeeldad panna. Övriga förutsättningar framgår av Tabell 1.

Värmepumpen medför en större kapitalkostnad än den oljeeldade pannan som måste balanseras av en lägre driftskostnad. Det krävs alltså en lägsta värmefaktor för värmepumpen, som är beroende av

- grundinvestering* för värmepump resp panna
- verkningsgrad för konkurrerande pannalternativ
- energipris
- energiförbrukning
- avkastningskrav på kapitalet

Eftersom prisbilden för en serietillverkad absorptionsvärmepump inte är helt klar redovisas

* Med grundinvestering avses pris inklusive installation.

maximal grundinvestering för AVP som funktion av värmefaktor vid olika verkningsgrader på pannor, annuitetsfaktorer och energipriser.

6.2 Förutsättningar

6.2.1 Oljeeldad panna

För en modern välskött panna anges medelverkningsgraden enligt mätningar till 0.76 ± 0.03 . I samma utredning refereras dock källor som anger att verkningsgrader omkring 0.85 kan erhållas, Energikommisionen (1977:152). Man bör dock observera att årsmedelverkningsgraden för "normalvillapannan" kan vara väsentligt lägre beroende på många olika faktorer som skötsel, dimensionering, ålder osv.

Dagens utveckling inom villapannområdet pekar mot pannor med årsmedelverkningsgrader nära 1.0*. Jämför nya kondenspannan från Fagersta AB.

Mot bakgrund av ovanstående, har kalkylerna utförts för (I) årsmedelverkningsgraden 0.8 som representerar ett mycket välskött och väldimensionerat standardalternativ, och (II) årsmedelverkningsgraden 1.0 som representerar ett utvecklingsalternativ inom pannområdet.

Priset för en panninstallation, vid ex vis utbyte av panna, varierar givetvis bl a beroende på omfattning och val av panntyp. Enligt diskussioner med installationsföretag kan dock 20 000 SEK anses som normalt pris för panna inkl installation.

* Enligt uppgifter från Fagersta AB.

6.2.2 Energipris

Dagens (aug 1981) pris för eldningsolja I, som utgör det normala bränslet för oljeeldade villapannor, är ca 1 780 SEK/m³ till enskild konsument.

Konsekvensutredningen bedömde 1979 realprisökningen på olja till 3 - 4 % per år. Historiskt sett har dock språngvisa oljeprisökningar helt spräckt alla prognoser, vilket gör bedömningen av oljeprisutvecklingen mycket vanskelig.

För att ändå få en bild av oljeprisets betydelse har tre prisnivåer använts i kalkylen

- 2 000 SEK/m³, 3 000 SEK/m³ och 4 000 SEK/m³.

vilket med ett effektivt värmevärde på 10.0 MWh/m³ EoI svarar mot energiprisen

- 0.20 SEK/kWh, 0.30 SEK/kWh och 0.40 SEK/kWh.

6.2.3 Energiförbrukning

I kapitel 5.2 har energibehovet i en normalvilla beräknats till 25 887 kWh/år, i Stockholm och 35 849 kWh/år i Jokkmokk. Dessa värden ligger till grund för den ekonomiska kalkylen.

6.2.4 Avkastningskrav på kapital

Den ekonomiska livslängden måste fastställas och har för både panna och värmepump antagits vara 10 år. Restvärdena anses i båda fallen vara 0 SEK.

Vid en samhällsekonomisk syn på kapitelavkastningen används ofta realräntekravet 4 % i energisammanhang, men en högre räntesats på 10 % med-

tages också. Två fall studeras alltså i kalkylen. (I) 10 år och 10 % ränta, vilket ger en annuitetsfaktor = 0.163. (II) 10 år och 4 % ränta, vilket ger en annuitetsfaktor = 0.123. Man bortser här helt från inflations-, skatte- och bidragskonsekvenser.

Om en mera marknadsinriktad studie genomförs bör man komma ihåg att realräntan för en privatperson ofta kan vara 0 % eller t o m negativ med hänsyn tagen till inflations- och skattekonsekvenser. Detta fall har dock ej tagits med här.

6.3 Beräkningsunderlag

6.3.1 Årskostnad för oljepanna

Totalkostnaden definieras som summan av kapitalkostnader, energikostnader och övriga driftkostnader.

$$K_{\text{tot}} = \frac{Q_h}{\eta_p} \cdot P_e + G_p \cdot a + D_p$$

K_{tot}	= Totalkostnad (SEK/år)
Q_h	= Energibehov i huset (kWh/år)
η_p	= Verkningsgrad på pannan
P_e	= Energipris (SEK/kWh)
G_p	= Grundinvestering för panna inkl installation (SEK)
a	= Annuitetsfaktor
D_p	= Övriga driftkostnader för panna (SEK/år)

6.3.2 Årskostnad för värmepump

Totalkostnaden definieras på samma vis för värmepumpen

$$K_{\text{tot}} = \frac{Q_h}{\phi} \cdot P_e + G_{\text{vp}} \cdot a + D_{\text{vp}}$$

- ϕ = Värmeffaktor för värmepumpen
 G_{vp} = Grundinvestering för värmepump inkl installation (SEK)
 D_{vp} = Övriga driftskostnader för värmepump (SEK/år)

Övriga symboler, se kapitel 6.3.1.

6.3.3 Maximalt möjlig grundinvestering för -----värmepump-----

Som tidigare nämnts får totalkostnaden för värmepumpen inte överskrida totalkostnaden för pannan, dvs

$$\frac{Q_h}{\eta_p} \cdot P_e + G_p \cdot a + D_p \geq \frac{Q_h}{\phi} \cdot P_e + G_{\text{vp}} \cdot a + D_{\text{vp}}$$

Nedan beräknas gränsfallet då K_{tot} (panna) = K_{tot} (värmepump)

$$G_{\text{vp}} = \frac{Q_h \cdot P_e \left(\frac{1}{\eta_p} - \frac{1}{\phi} \right) + (D_p - D_{\text{vp}})}{a} + G_p$$

om D_p antages lika med D_{vp} erhålles

$$G_{\text{vp}} = \frac{Q_h \cdot P_e \left(\frac{1}{\eta_p} - \frac{1}{\phi} \right)}{a} + G_p$$

6.4 Maximal grundinvestering för värmepumpen -----vid olika värmefaktorer-----

Kalkylen baseras på kapitel 6.3.3 och följande antaganden, vilket betecknas som ett Stockholmsfall.

Verkningsgrad i panna	(η_p)	:	0.8 resp 1.0
Energipris	(P_e)	:	0.20, 0.30 resp 0.40 SEK/kWh
Energibehov i huset	(Q_h)	:	25 887 kWh/år
Annuitetsfaktor	(a)	:	0.163 (10 år, 10 %) resp 0.123 (10 år; 4 %)
Grundinvestering i panna	(G_p)	:	20 000 SEK

I Figur 1 och 2 redovisas den maximala grundinvesteringen (inkl installation) som funktion av värmefaktorn. För att göra materialet generellt användbart har kurvorna utsträckts till värmefaktorn = 3.0.

Ytjordvärmesystem med kompressordriven värmepump kan tjäna som exempel på användning av modellen. Grundinvesteringen anges för ett system till ca 50 000 SEK* och värmefaktorn ligger enligt uppgift omkring 2.5. Modellen visar att 50 000 SEK ligger på gränsen till vad som kan accepteras vid dagens oljepris om ej allt för stora avkastningskrav ställs och om el- och oljepris antages vara lika.

6.5 Krav på absorptionsvärmepump baserad på ammoniak och vatten

Det är idag svårt att avgöra ett rimligt pris (inkl installation) för AVP i villastorlek, bl a därför att ingen serieproduktion av enheter förekommer. För befintliga tyska AVP är priset (exkl installation) 12 000 - 15 000 DEM vilket motsvarar 25 000 - 32 000 SEK (priserna avser våren 1981). Installationskostnaden för en AVP baserad på ammoniak, som skall installeras i ett boningsutrymme, bedöms som högre än för motsvarande pannalternativ, bl a på grund av säkerhetsaspekterna. En rimlig gissning på erforderlig

* Enligt uppgift från AGA-Thermia.

grundinvestering borde därmed hamna mellan 35 000 - 45 000 SEK vilket bedöms som en realistisk nivå för en absorptionsvärmepump av den här diskuterade storleken vid löpande produktion.

Följande alternativ jämförs alltså:

- Panna med årsmedelverkningsgraden 0.8 innebärande en grundinvestering på 20 000 SEK.
- AVP innebärande en grundinvestering på 40 000 SEK. I båda fallen tillämpas en ekonomisk livslängd på 10 år och ett räntekrav på 4 - 10 %.

AVP måste i detta fall minst ha en årsmedelvärmefaktor på 1.3 - 1.6 vid ett oljepris omkring 2 000 SEK/m³ (0.20 SEK/kWh).

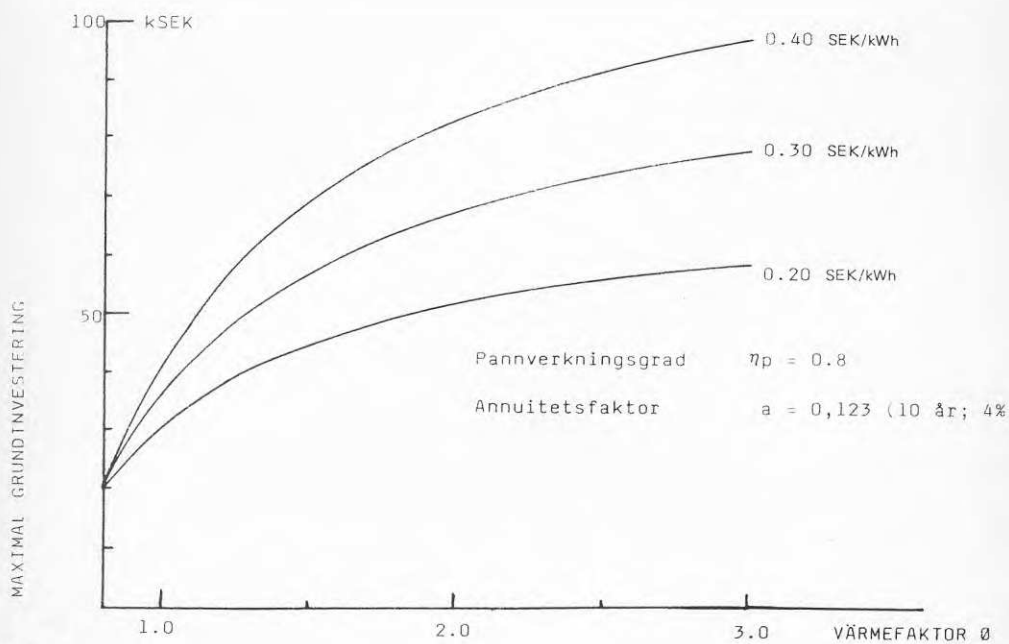
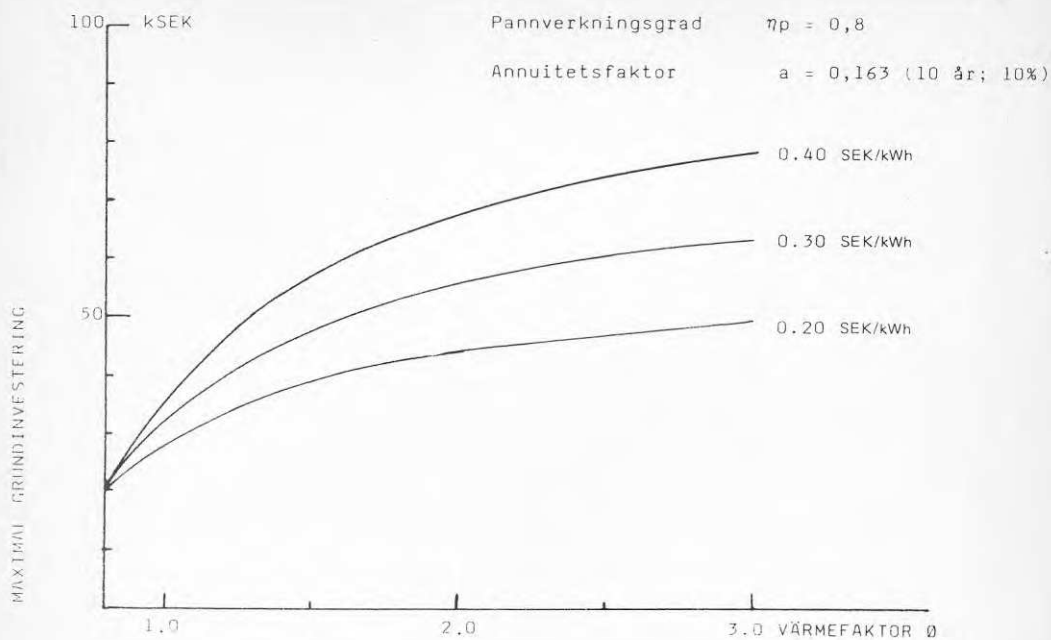
Om pannverkningsgraden i exemplet ovan ökas till 1.0 ökas värmefaktorkravet på AVP till minst intervallet 1.9 - 2.7.

I kapitel 5 har årsmedelvärmefaktorn för AVP baserad på ammoniak och med uteluft som värmekälla beräknats till 1.1, vilket kräver minimienergi-priser enligt Tabell 6 nedan.

Tabell 6

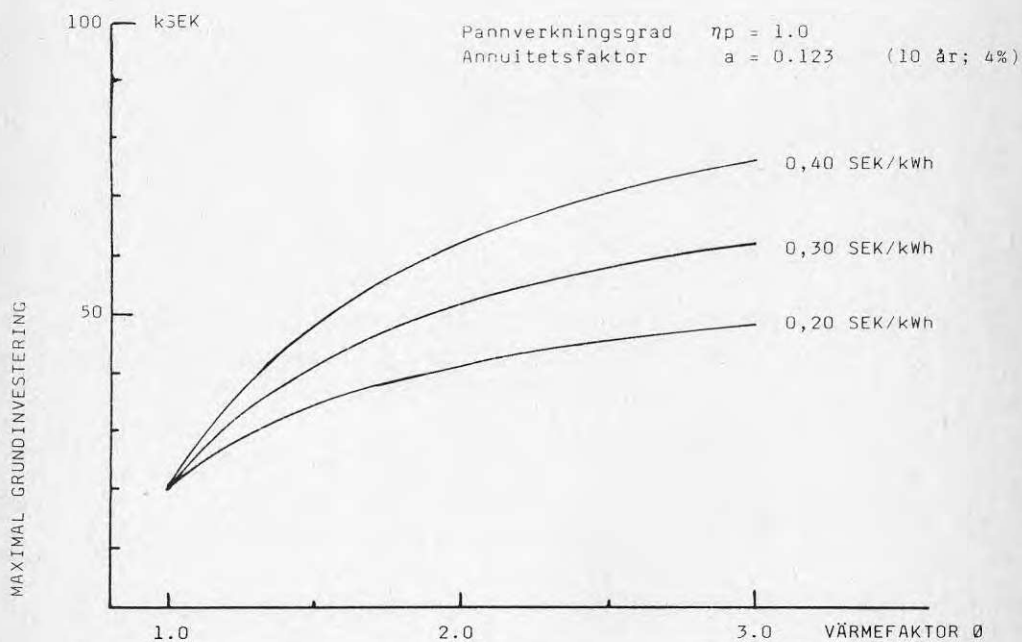
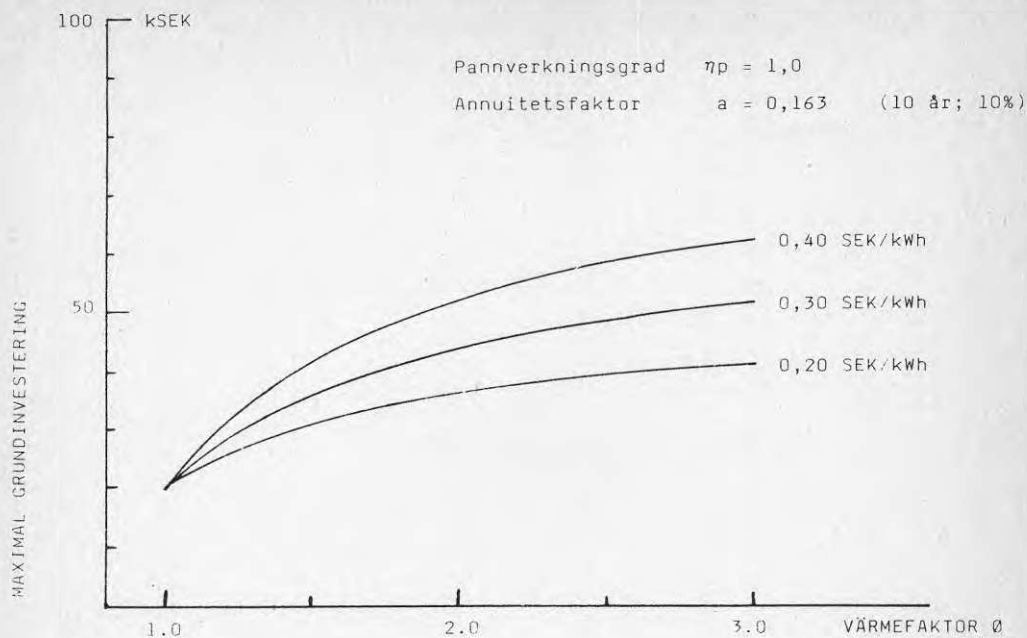
Lägsta energipris för AVP med $\phi = 1.1$

η_p	Annuitet		G_{vp} (SEK)	G_p (SEK)	P_e (SEK/kWh)
	10 år/10 %	10 år/4 %			
0.8	x		40 000	20 000	>0.37
0.8		x	40 000	20 000	>0.28
1.0	x		40 000	20 000	>1.4
1.0		x	40 000	20 000	>1.1



Figur 1

Maximal grundinvestering (inkl installation) för värmepump jämfört med konventionell oljepanna $Q_h = 25\ 887$ kWh/år $G_p = 20\ 000$ SEK.



Figur 2

Maximal grundinvestering (inkl installation) för värmepump jämfört med framtidens panna $Q_h = 25\ 887$ kWh/år $G_p = 20\ 000$ SEK.

En förhöjd pannverkningsgrad gör i detta fall den oljeeldade pannan synnerligen konkurrenskraftig när det gäller villastorlekar. Oljepriset måste ligga över 1 SEK/kWh (10 000 SEK/m³ Eol) för att AVP med $\phi = 1.1$ skall bli intressant.

Maximalt möjlig grundinvestering (inkl installation) för AVP med årsmedelvärmefaktor 1.1 redovisas i Tabell 7.

Tabell 7

Maximalt möjlig grundinvestering för AVP med $\phi = 1.1$

η_p	Annuitet		G_p (SEK)	P_e (SEK/kWh)	G_{vp} (SEK)
	10 år/10 %	10 år/4 %			
0.8	x		20 000	0.20	<31 000
0.8		x	20 000	0.20	<34 000
1.0	x		20 000	0.20	<23 000
1.0		x	20 000	0.20	<24 000

I konkurrens med nytutvecklade pannor kan alltså endast en ökning av grundinvesteringen med 3 000 - 4 000 SEK motiveras för en AVP ($\phi = 1.1$) vid dagens oljeprisnivå.

En villa i ex vis Jokkmokk har högre oljeförbrukning än motsvarande i Stockholm - 35 900 kWh/år jämfört med 25 900 kWh/år. Däremot blir årsmedelvärmefaktorn lägre på grund av lägre yttertemperatur, 1.0 i Jokkmokk resp 1.1 i Stockholm.

En absorptionsvärmepump i Jokkmokk baserad på ytterluft som värmekälla kommer därvid inte att ha bättre konkurrenskraft än motsvarande placerad i Stockholm.

Studien har begränsats till ytterluft som värme-källa. I ett ytjordvärmesystem med en medeltemperatur i slingorna på 0°C (de stora effektuttagen sker vid vattnets frysning) fås en värmefaktor mellan 1.20 och 1.25. En förbättring av värmefaktorn från 1.10 (uteluftsbaserat alternativ) till 1.25 (ytjordvärmebaserat alternativ) skulle enligt Figurerna 1 och 2 innebära en ökning av investeringsutrymmet med max 5 000 SEK vid energipriset 0.2 SEK/kWh, vilket inte ens täcker merkostnaden för jordvärmesystemet. Motsvarande resonemang kan genomföras för Jokkmokksalternativet.

6.6 Väsentliga faktorers inverkan på investeringsutrymme för AVP

I detta kapitel genomförs en enkel känslighetsbedömning för att ge en bild av olika väsentliga faktorers inverkan på investeringsutrymmet för AVP.

Bedömningen baseras på beräkningsunderlaget i kapitel 6.3. Avsikten är att jämföra de största merinvesteringar som kan accepteras för AVP mot bakgrund av varierande ingångsdata.

Ekvationen nedan ger maximalt möjlig merinvestering

$$G_{vp} - G_p = \frac{Q_h \cdot P_e \left(\frac{1}{\eta_p} - \frac{1}{\phi} \right)}{a}$$

I Tabell 8 skisseras tre standardfall (baserat på det s k Stockholmsfallet i kapitel 6.4). Energibehov, verkningsgrad och värmefaktor varierar därefter. Det högsta energipriset (0.40 SEK/kWh) respektive den högsta kapital-

kostnaden (10 år; 10 %) har ej tagits med i bedömningen - däremot en förmånligare kapitalkostnad (20 år; 4 %).

Tabell 8

Underlag för känslighetsbedömning

		Standardfall			Intervall
		(a)	(b)	(c)	
Energibehov i hus	Q_h (kWh/år)	25 890	25 890	25 890	10 000-40 000
Energipris	P_e (SEK/kWh)	0.20	0.30	0.30	-
Verkningsgrad, panna	η	0.8	0.8	0.8	0.6-1.0
Värmefaktor, värmepump	ϕ	1.1	1.1	1.1	1.0-1.5
Annuitetsfaktor	a	0.123 (10 år; 4 %)	0.123 (10 år; 4 %)	0.0736 (20 år; 4 %)	-

I Tabell 9 har maximalt utrymme för merinvestering i värmepump beräknats, då en parameter i taget ändrats i förhållande till standardfallen.

Figur 3 sammanfattar resultatet från Tabell 9. Siffrorna refererar till motsvarande fall i tabellen. Observera att varje parameterändring jämförs med motsvarande standardfall.

Vi har tidigare antagit att grundinvesteringen för dagens AVP borde ligga mellan 35 000 och 45 000 SEK. Detta innebär en merinvestering i förhållande till pannan på 15 000 - 25 000 SEK, vilket har lagts in som ett skuggat fält i Figur 3.

Ur Figur 3 framgår att verkningsgradens variation (inom rimliga gränser) för den konkurrerande pannan är av största betydelse för den ekonomiska

bedömningen. Ur figuren framgår också att samtliga tre varierade parametrars betydelse ökar då energipriset höjs eller kravet på avkastning från kapital minskar.

Om en hög pannverkningsgrad och lågt energibehov förutsätts har man svårt - även i det mest gynnsamma fallet - att nå det merinvesteringskrav som vi antagit. Detta gäller givetvis under övriga förutsättningar som vi angivit.

Tabell 9

Merinvesteringens beroende av olika parametrar

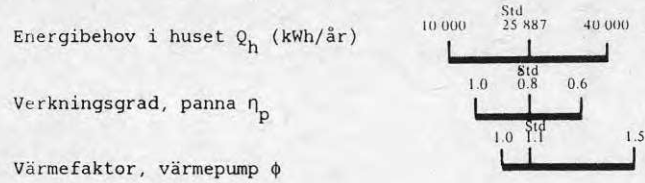
	Standardfall (a)					
	1	2	3	4	5	6
Energibehov i huset \dot{Q}_h (kWh/år)	25 890	40 000	25 890	25 890	25 890	25 890
Energipris (real) P_e (SEK/kWh)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Verkningsgrad, panna η	0.8	0.8	0.6	1.0	0.8	0.8
Värmefaktor, värmepump ϕ	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.5
Annuitetsfaktor a	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123
Merinvestering för vp ($G_{vp} - G_p$)	5 540	22 170	31 890	3 830	10 520	24 550

	Standardfall (b)					
	7	8	9	10	11	12
Energibehov i huset \dot{Q}_h (kWh/år)	25 890	40 000	25 890	25 890	25 890	25 890
Energipris (real) (SEK/kWh)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Verkningsgrad, panna η	0.8	0.8	0.6	1.0	0.8	0.8
Värmefaktor, värmepump ϕ	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.5
Annuitetsfaktor a	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123
Merinvestering för vp ($G_{vp} - G_p$)	8 310	33 260	47 830	5 740	15 780	36 830

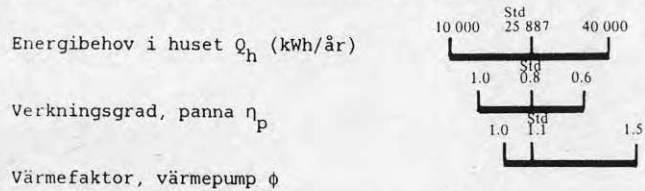
	Standardfall (c)					
	13	14	15	16	17	18
Energibehov i huset \dot{Q}_h (kWh/år)	25 890	40 000	25 890	25 890	25 890	25 890
Energipris (real) (SEK/kWh)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Verkningsgrad, panna η	0.8	0.8	0.6	1.0	0.8	0.8
Värmefaktor, värmepump ϕ	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.5
Annuitetsfaktor a	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074	0.074
Merinvestering för vp ($G_{vp} - G_p$)	35 780	55 280	79 500	9 540	26 240	61 220

Max Merinvestering (KSEK)

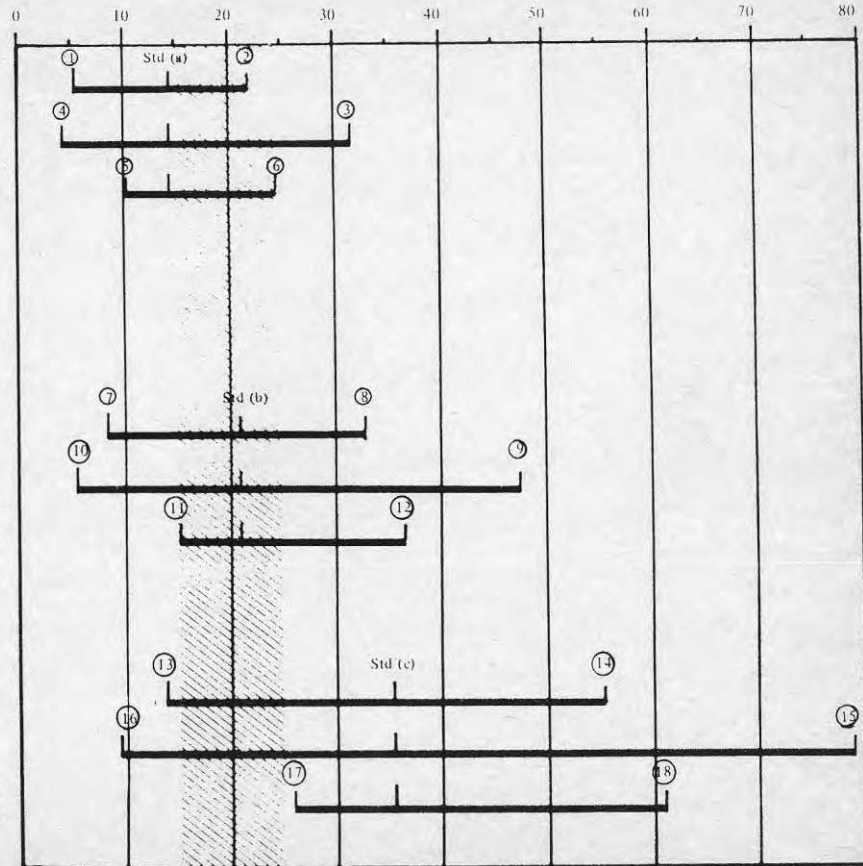
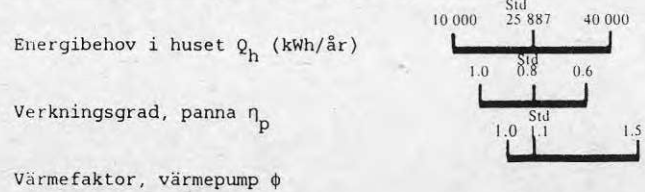
Standardfall (a) $P_e = 0.20$ SEK/kWh, $a = 0.123$



Standardfall (b) $P_e = 0.30$ SEK/kWh, $a = 0.123$



Standardfall (c) $P_e = 0.30$ SEK/kWh, $a = 0.074$



Figur 3 Känslighetsbedömning - olika parametrars inverkan på merinvesteringsutrymme för AVP.

7. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

Förutsättningar och avgränsningar diskuteras nedan.

Studien inriktar sig i första hand mot befintlig villabebyggelse. En absorptionsvärmepump kan då bli aktuell i samband med pannbyte. Möjligheten att konvertera en konventionell oljepanna till en absorptionsvärmepump bedöms som liten. Absorptionsvärmepumpen blir en så specialiserad produkt att den endast kan drivas av därtill utvecklad brännare och styranordning.

Inom den närmaste tiden kan man inte vänta sig någon teknisk förändring av absorptionsvärmepumpen av Carrétyp som skulle leda till en väsentligt lägre tillverkningskostnad. Uppskattning av kostnader har därför endast tagit hänsyn till dagens teknik. Arbetet har också begränsats till arbetsparet ammoniak/vatten, eftersom andra nu aktuella arbetspar inte bedöms ändra kostnadsbilden i väsentlig grad.

Vid beräkningen av värmepumpens verkningsgrad har hänsyn tagits till termostatisk drift. Där-
emot har ingen korrigering av verkningsgraden gjorts för avfrostning. Värmepumpens verkningsgrad är som tidigare visats beroende av dess kokarverkningsgrad. Karnik (1980:52) räknar med en kokarverkningsgrad på 0.85. Detta värde är naturligtvis beroende av hur värmepumpen sköts.

Studien har också begränsats till ytterluft som värmekälla, eftersom andra alternativ inte kan ge väsentliga fördelar. Ytjordvärmesystem kan ej bära sina merkostnader. Värmekälla i form av

ytvatten är inte allmänt tillgänglig. Frånluft som värmekälla har ansetts vara mindre förekommande i befintliga villor och detta fall har inte heller beaktats.

Den inverkan, som kan uppkomma vid tekniska variationer (annan värmekälla, kallare klimat etc) har inte redovisats i detalj, men överslagsberäkningar visar att dessa inte ändrar den ekonomiska bilden på ett avgörande sätt.

Miljöaspekterna har inte beaktats beroende på att bestämmelserna för innehav av ammoniak håller på att omarbetas. Det bör dock observeras att ammoniakmängden enligt nu gällande bestämmelser (3 kg) troligen skulle överskridas. Allmänt kan sägas att miljökraven är en belastning för absorptionsvärmepumpar med $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$.

Konsekvenser som beror av skattesystem och statliga stöd har inte tagits med i kalkylerna, eftersom situationen med avseende på dessa faktorer ändras från tid till annan. Om exempelvis direkta stöd skulle utgå för absorptionsvärmepumpar kan givetvis kostnadsbilden se betydligt ljusare ut. Man bör dock i en övergripande värdering av en ny teknik visa upp en viss reell avkastning på insatt kapital ur nationell synpunkt.

Det ekonomiska utrymmet för att välja en värmepump + panna istället för enbart en panna ökar enligt kapitel 6.3.3 och 6.6 med

- ökande energibehov
- ökande energipris
- minskande verkningsgrad för pannalternativet
- ökande värmefaktor
- minskande avkastningskrav på kapitalet

Omvänt kommer andra energisparande åtgärder som ex vis förbättring av pannverkningsgraden resp förbättrad isolering att minska det ekonomiska utrymmet för värmepumpar. Det finns alltså möjligheter att optimera insatserna. Villaalternativ med dess relativt begränsade energibehov och stora möjligheter till andra energisparande åtgärder medger troligtvis inte tillräckligt investeringsutrymme för AVP, om man gör en rent ekonomisk bedömning. Detta gäller för såväl Stockholm som Jokkmokk.

I större centrala uppvärmningsanläggningar som ex vis fjärrvärmesystem är situationen en annan. Här är energibehovet väsentligt större samtidigt som möjligheterna till energibesparing är mer begränsade. Kostnaden per installerad kW för AVP minskar dessutom med ökande storlek. Det är därför klokt att börja arbeta med större AVP som redan idag kan visa på en rimlig ekonomi. Allteftersom tekniken utvecklas bör man gå nedåt i effekt - så långt det är möjligt.

Enligt projektets ursprungliga målsättning skulle två tekniska lösningar skisseras, en konventionell och en okonventionell. Den förra ansågs bäst kunna exemplifieras med en Carré-maskin, vars produktionskostnad kan uppskattas med någorlunda säkerhet. Med denna utgångspunkt gjordes en generell studie av kostnadsutrymmet för värmepump som funktion av oljepris, värmefaktorer etc. Slutsatsen blir att dagens absorptionsvärmepumpar har svårt att konkurrera med oljeeldade pannor i villor. Detta gäller i synnerhet som man kan vänta sig framtida förbättringar av verkningsgrader för sådana pannor och bättre värmeisolerade hus. Båda metoderna leder till

lägre oljeförbrukning och därmed en relativt obetydlig sänkning av driftskostnaderna vid insats av absorptionsvärmepump.

En konkurrenskraftig absorptionsvärmepump för villabruk förutsätter mycket låg merinvestering i kombination med god värmefaktor.

REFERENSFÖRTECKNING

BÄCKSTRÖM, M
Kylteknikern.

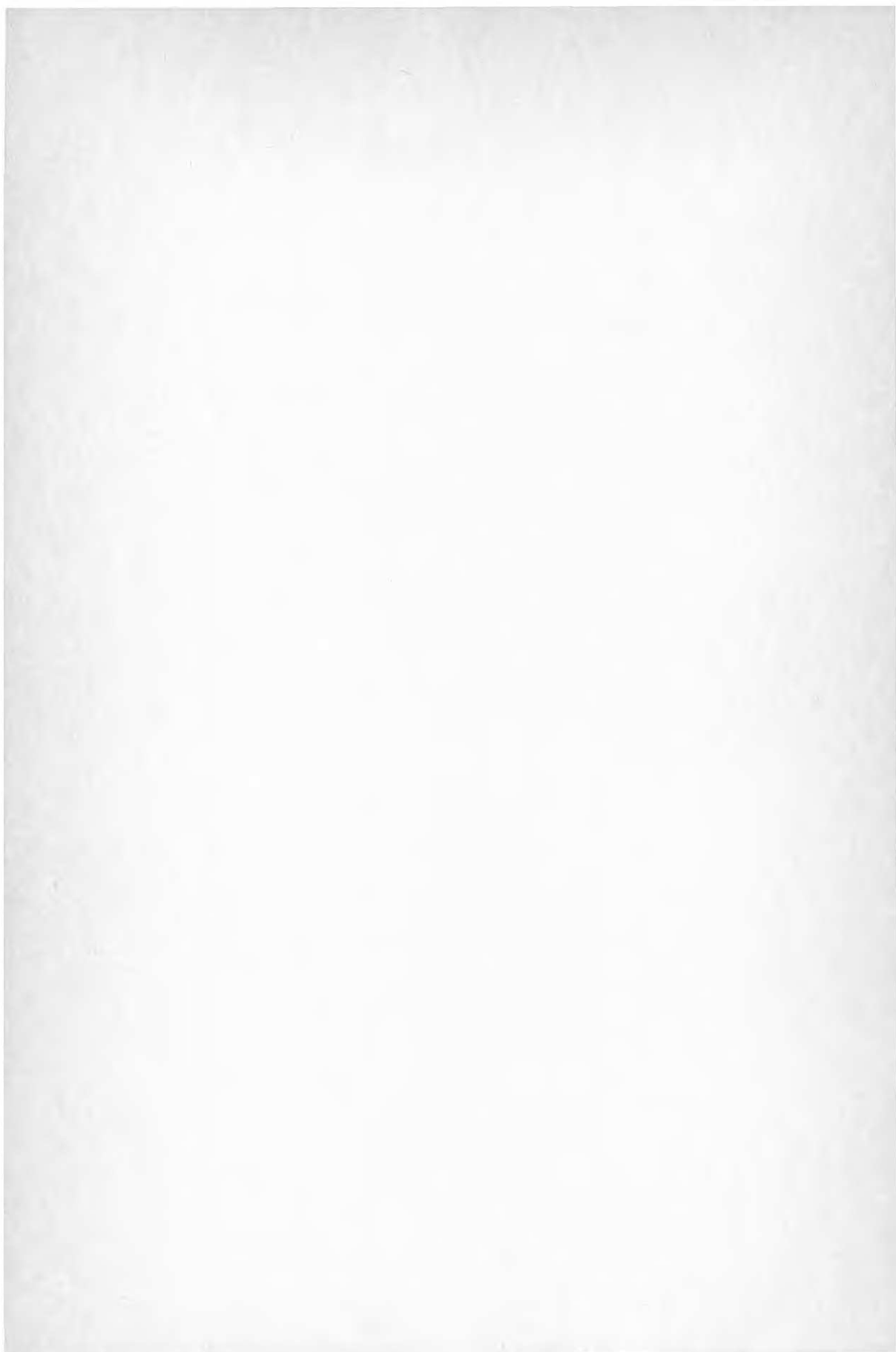
Energikommissionen.
Energibehov för bebyggelse, hushållsmöjligheter.
Dsi 1977:13 Stockholm 1977.

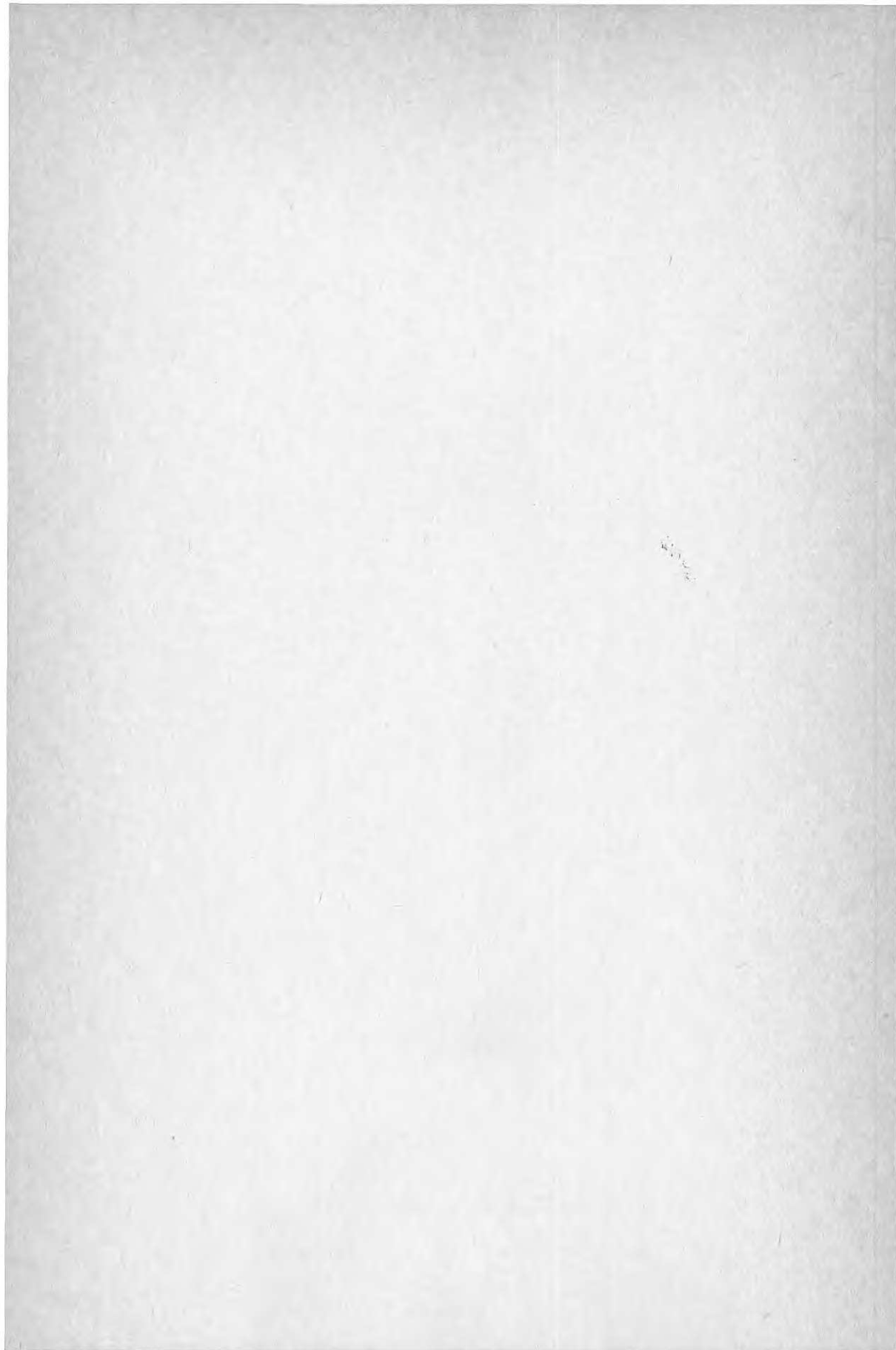
KARNIK, C
"Absorptionsvärmepump för villauppvärmning, KTH".
Examensarbete
Stockholm 1980.

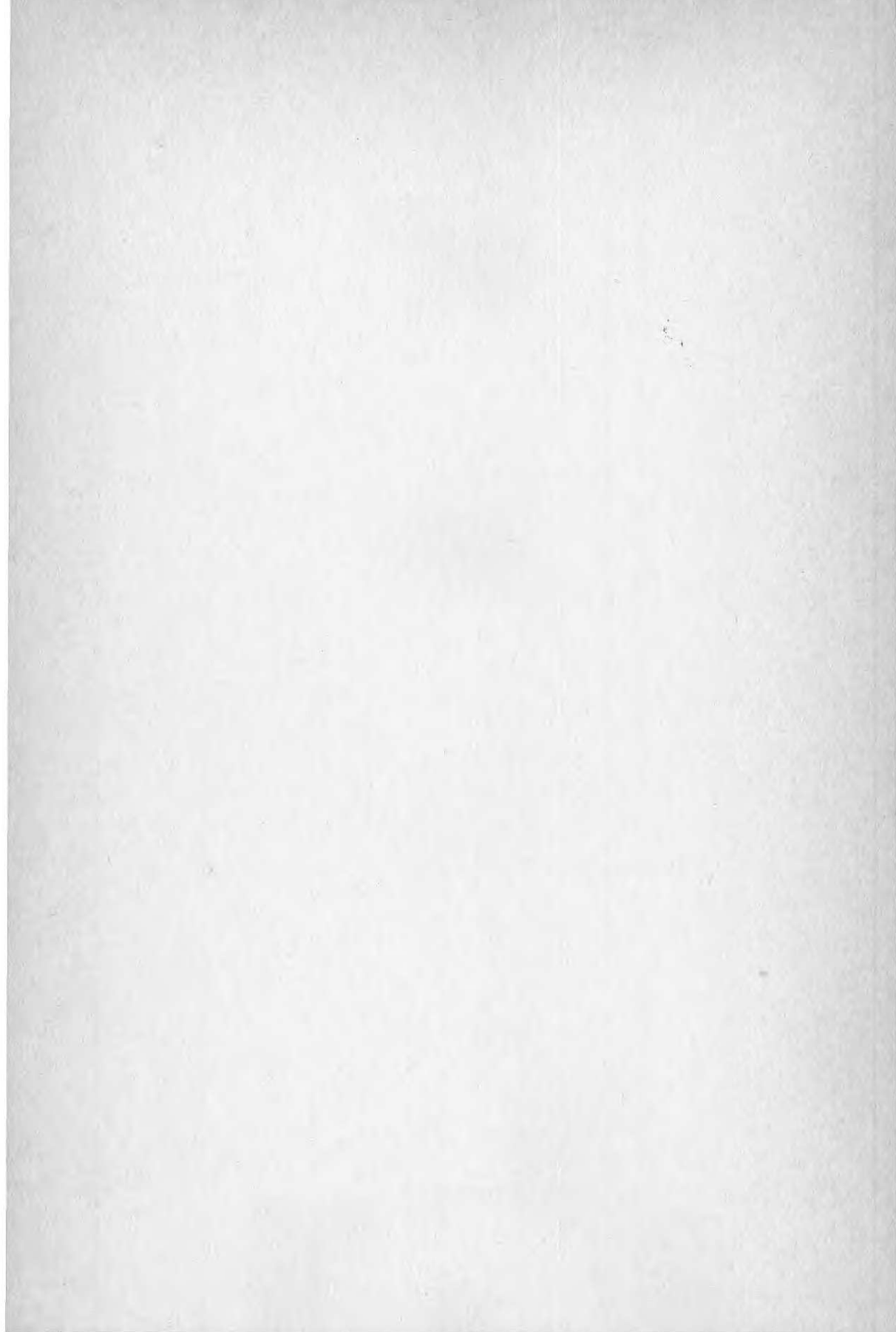
LINDGREN, O
Absorptionsvärmepumpar för individuell bostads-
uppvärmning.
Studsvik arbetsrapport EP-81/1.
Nyköping, 1981.

MUNTHEK, K E
Energiförbrukning i småhus.
BFR R58:1974 Stockholm 1974.

TAESLER, R
Klimatdata för Sverige.
Stockholm 1972.







**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
801391-9 från Statens råd för byggnadsforskning
till Studsvik Energiteknik AB, Studsvik.**

R31: 1982

ISBN 91-540-3664-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700531

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 25 kr exkl moms