



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R125:1982

Avloppsvatten som värmekälla till värmepump

Utvärdering av installation i Boden

**Jonas Hallenberg
Herje Wahlberg**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	<i>ser</i>

*K
ANS*

Byggeforskningsrådet

R125:1982

AVLOPPSVATTEN SOM VÄRMEKÄLLA
TILL VÄRMEPUMP

Utvärdering av installation
i Boden

Jonas Hallenberg
Herje Wahlberg

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
800579-5 från Statens råd för byggandsforskning
till VIAK AB.

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

R125:1982

ISBN 91-540-3816-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1982

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1. ALLMÄNT OM PROJEKTET	7
1.1 Bakgrund	7
1.2 Målsättning	8
2. SYSTEMPRINCIP FÖR VÄRME- PUMPANLÄGGNING	9
3. MÄTPRINCIPER	13
3.1 Inledning	13
3.2 Mätssystem	14
3.3 Mätprogram	16
3.4 Felanalys	17
4. RESULTAT	19
4.1 Inledning	19
4.2 Värmefaktorer	19
4.3 Tillgänglighet och drift- erfarenheter	23
4.4 Driftpersonalens erfarenheter	24
5. EKONOMI	27
5.1 Investeringar	27
5.2 Driftkostnadsbesparing	27
5.3 Lönsamhet	27
5.3.1 Mätperioden	27
5.3.2 Totalt sett	28
5.3.3 Slutsats	28

SAMMANFATTNING

Värmepumpanläggningen vid Bodens kommuns avloppsreningsverk vid Svedjan syns efter en inkörningsperiod på ca ett år fungera mycket bra.

Årlig driftkostnadsbesparing uppgår till 66 000 kr, vilket ska jämföras med grundinvesteringen 300 000 kr. Värmefaktor och energibesparing överensstämmer med teoretiskt framräknade data.

De befarade problemen med försmutsning av förångaren har tillfredsställande bemästrats med en självrensande sil och kemisk rengöring. En viss tryckhöjning, som verkar vara konstant, har dock kunnat mätas. Förångningstemperaturen ligger även den ca 2°C lägre än vad den teoretiskt ska göra.

Driften av värmepumpanläggningen handhas av avloppsreningsverkets ordinarie personal som är van vid kvalificerade maskininstallationer. Efter initialsvarigheter beroende på dels tidsbrist vid det utbyggda avloppsreningsverkets start dels bristfälliga driftinstruktioner fungerar nu driften av värmepumpen oklanderligt. Även service från tillverkaren uppfyller ställda krav.

Vid utvärderingen har följande erfarenheter vunnits:

- Reglerfunktionerna för värmepump och tillsatsenergi ska integreras till samma reglerenhet
- Värmevattentemperaturen efter värmepumpen ska om möjligt utetemperaturkompenseras upp till det högsta värde som kan erhållas från värmepumpen. Reglerfunktionen övergår till konstant temperatur vid den nivån.
- Vid för låg värmekälletemperatur ska värmepumpens effekt regleras ner.

- Krav måste ställas på bra drift- och skötselinstruktioner.
- Kunnig och intresserad driftpersonal är av stor betydelse för att en värmepumpinstallation ska fungera tillfredsställande.

Vid avloppsreningsverket i Boden har personalen uppfyllt dessa krav.

God energitäckning har erhållits fastän värmepumpen arbetat i ett normaltemperatursystem. Har värmeanläggningen projekterats idag skulle med säkerhet ett lågtemperatursystem valts eftersom det nu föreligger goda erfarenheter från sådana.

1 ALLMÄNT OM PROJEKTET

1.1 Bakgrund

Under 1977 projekterades för en utbyggnad av Bodens kommuns avloppsreningsverk vid Svedjan. Utbyggnaden resulterade i ett ökat värmebehov som befintligt elackumulatortsystem inte kunde täcka. VIAK fick då i uppdrag av Bodens kommun, Byggnadskontoret, att utreda tekniska och ekonomiska förutsättningarna för följande uppvärmningssätt:

- befintlig panna utan ackumulering
- utökat ackumulatortsystem
- värmepump med lågtemperatursystem
- värmepump med normaltemperatursystem

Utredningen visade att den årliga kostnaden för uppvärmning med värmepump skulle bli betydligt lägre än något av de två eluppvärmningsalternativen. Ur ekonomisk synvinkel var lågtemperatursystemet något fördelaktigare än normaltemperatursystemet.

Kommunen beslöt att låta utföra anläggningen med värmepump och normaltemperatursystem. Normaltemperatursystemet valdes dels efter befintlig utrustning dels därför att lågtemperaturtekniken ansågs obekant.

Värmepumpen som installerades kom att bli en av de första i Sverige med avloppsvatten som värmekälla. Eftersom projektet förväntades få stort värde för kommande projektering ansåg beställare och konstruktör att en kartläggning av de tekniska och ekonomiska konsekvenserna av värmepumpinstallationen vara av största vikt. Speciellt intressant för projektet bedömdes vara hur värmeväxlare (förångare) fungerade med hänsyn till risken för igensättning och fettavlagringar.

Efter ansökan från VIAK AB beviljade Byggforskningsrådet medel för utvärdering av värmepumpinstallationen.

1.2 Målsättning

Projektets målsättning var primärt att kartlägga några av de problem som värmekällan avloppsvatten kan ge upphov till och ge förslag på hur dessa problem kan angripas.

Sekundärt har värmepumpsystemets övriga driftförhållanden registrerats och störningarnas orsaker har analyserats med avsikt att dels förbättra aktuell anläggning dels undvika liknande felkällor vid kommande installationer.

2 SYSTEMPRINCIP FÖR VÄRMEPUMPANLÄGGNING

Värmepumpen vid Bodens kommuns avloppsreningsverk vid Svedjan ingår som en integrerad del i verkets uppvärmningssystem. Översiktligt schema visas i Figur 2.1.

Uppvärmnings- och ventilationssystemet är dimensionerat för konventionell värmevattentemperatur ($80/60^{\circ}\text{C}$).

Luftbehandlingsaggregaten är försedd med utrustning för återvinning ur frånluften. För att undvika påfrysning av återvinningsbatterierna är ventilationsaggregaten kompletterade med förvärmningsbatterier som inkopplas när temperaturen understiger -20°C .

Ventilationsaggregaten har två driftfall, arbetstid och icke arbetstid, där icke arbetstid beräknas uppgå till 70% av totala tiden.

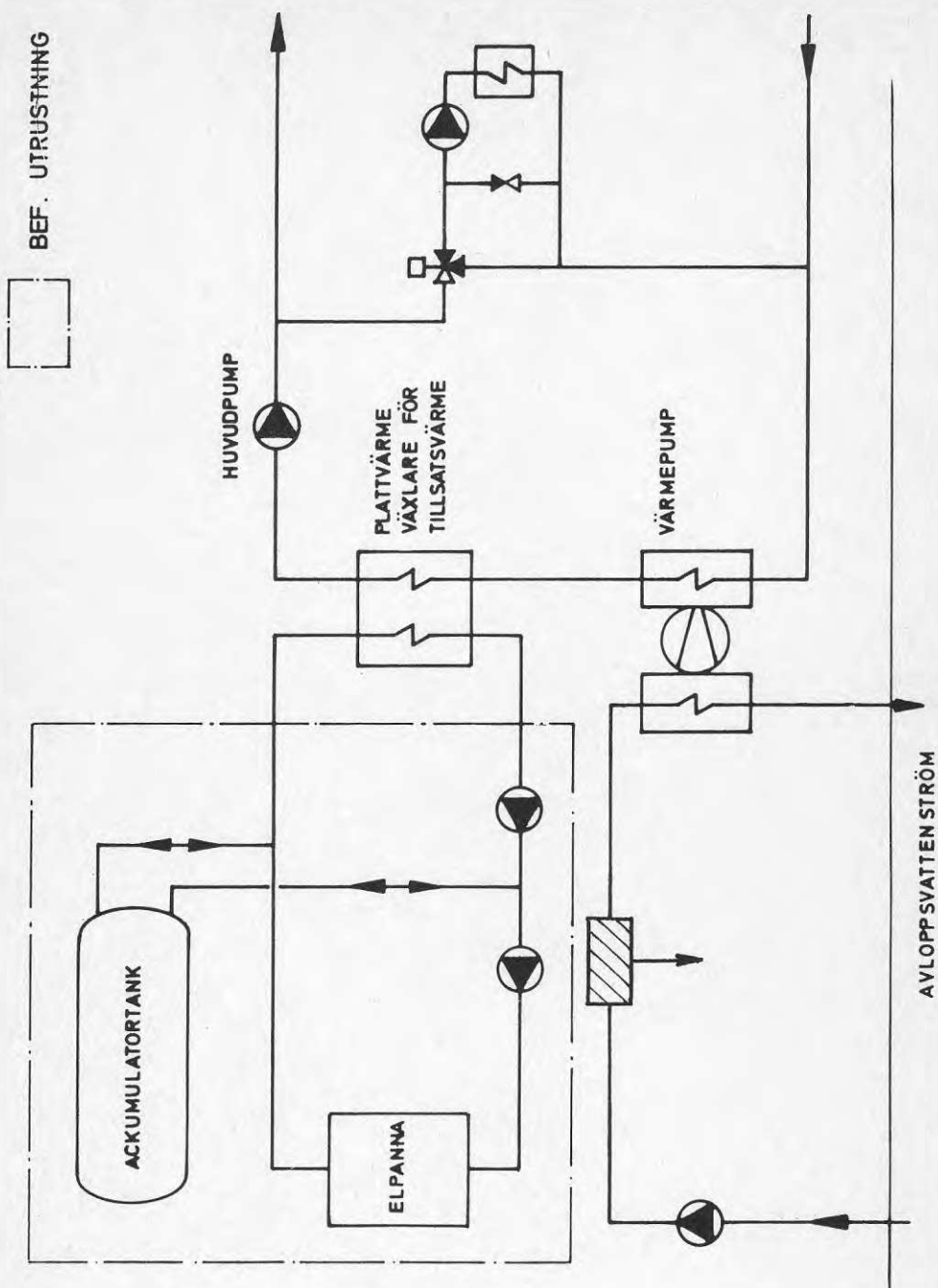
Spets- och reservuppvärmningsanordning är den befintliga elpannan, vars effekt uppgår till ca 260 kW.

Totalt effektbehov vid dimensionerande utetemperatur -32°C beräknades till

370 kW vid arbetstid och
220 kW vid icke arbetstid.

Förvärmningsbatteriernas effekt är ca 110 kW, direktverkande el.

Energibehovet för uppvärmning beräknades till 620 MWh per normalår.



FIGUR 2.1

Översiktligt schema över värmepumpsystem för Bodens kommuns avloppsreningsverk vid Svedjan

Värmepumpen har enligt fabrikanten följande konstruktionsdata:

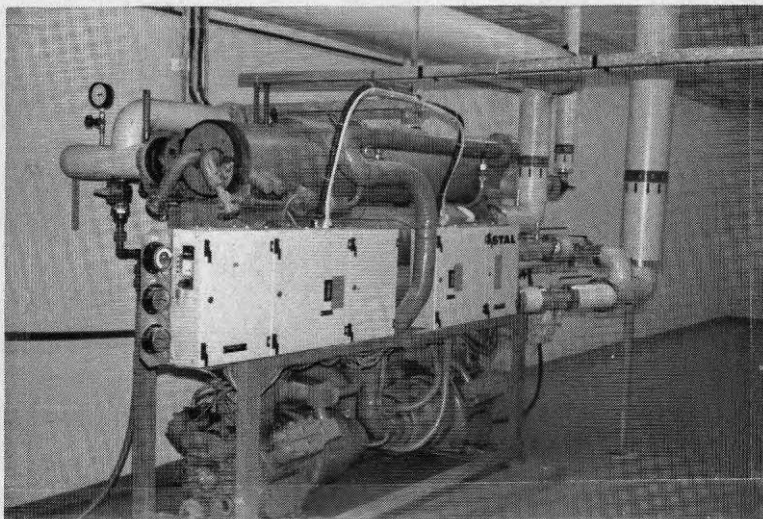
STAL REFRIGERATION AB, typ VMV 12

Seriekopplade kondensorer

Kyleffekt	97 kW
Ing köldbärartemp	+8°C
Utg köldbärartemp	+4,1°C
Köldbärrflöde	21,4 m ³ /h
Tryckfall förångare	25 kPa
Tillförd effekt	59 kW
Värmeeffekt	156 kW
Ing värmebärartemp	+50°C
Utg värmebärartemp	+63°C
Värmebärrflöde	10,3 m ³ /h
Tryckfall värmebärarsida	30 kPa
Köldmedium	R-12

Årlig energiproduktion från värmepumpen kalkylerades till 550 MWh varav el 210 MWh.

För rengöring av förångarens avloppsvattenberörda ytor finns utrustning för rundpumpning av tvättmedelslösning.



FIGUR 2.2 Värmepump uppställd i värmecentral

3 MÄTPRINCIPER

3.1 Inledning

Vid en värmepumpinstallation förväntas naturligtvis ett minskat behov av inköpt energi. Faktorer som påverkar graden av energibesparing är främst:

- värmepumpsystemets värmefaktor
- värmepumpsystemets tillgänglighet

Värmefaktorn är, inom vissa gränser, redan på förhand given eftersom denna i hög grad bestäms av erforderliga förångnings- och kondenseringstemperaturer, vilket ger kompressorernas elförbrukning. Med tiden kan dock värmefaktorn försämrats till följd av sämre värmeöverföringsförmåga p g a avlagringar i främst förångaren men även i kondensorn. Övriga elförbrukande enheter, i det här fallet avloppsvattenpumpar, har även dessa på förhand bestämda elförbrukningsdata beroende på erforderliga avloppsvattenflöden och tryckförluster. Sålunda bör endast marginella avvikelser från prognosticerad systemvärmefaktor förväntas.

Mer svårbedömd i planeringsskedet är värmepumpens tillgänglighet eller driftsäkerhet. Många påverkande faktorer kan här spela in:

- anläggningens skötsel
- möjlighet till snabba felsökningar vid driftavbrott och åtgärder
- maskinutrustningens kvalitet
- energikällans kvalitet

Avsikten med detta projekt består bl a i att försöka bestämma och värdera den ovan nämnda systemvärmefaktorn samt värmepumpsystemets tillgänglighet, vilket då i sin tur har bestämt erforderlig mätutrustning.

3.2 Mätsystem

För att bestämma värmepumpaggregatets värmefaktor mäts kompressorernas elförbrukning samt den från värmepumpen avgivna energin. Den senare energimängden erhålls genom integrering över tiden av produkten värmevattenflöde (m^3/s) och temperaturdifferens ($\text{J}/\text{m}^3\text{C}$). Uttryckt i matematiska termer fås:

$$\Phi_{vp} = \frac{\int_0^T Q(t) \cdot \Delta T(t) \cdot 4,2 \cdot 10^6 dt}{\text{Elförbrukning, kompressorer}} \quad (1)$$

För att få systemets värmefaktor summeras övrig elförbrukning (avloppsvattenpumpar) och kompressorernas förbrukning, vilket bildar ny divisor i ekv (1), enligt

$$\Phi_{\text{system}} = \frac{\int_0^T Q(t) \cdot \Delta T(t) \cdot 4,2 \cdot 10^6 dt}{\text{Elförbrukning, kompressor+avl vattentemp}} \quad (2)$$

Värmevattenflödet mäts med flödesmätare, temp diff med två givare och differensbildning. Dessa två signaler leds till ett integreringsverk för multiplikation sinsemellan och med konstanten $4,2 \times 10^6$ samt efterföljande summering (integrering). Elförbrukning mäts med sedvanliga elmätare.

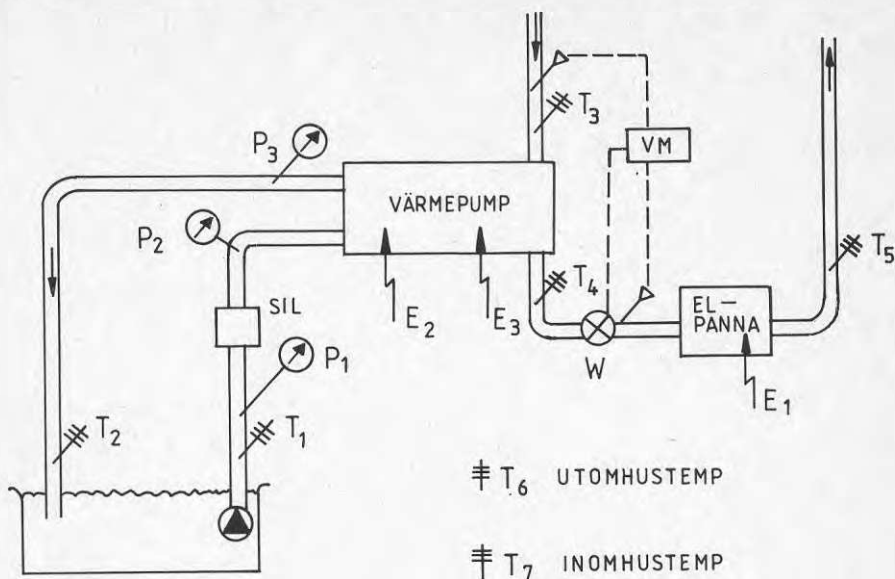
Tendenser till igensättningar eller avlagringar i förångare kan utläsas via tryckförändringar över förångare eller stora avvikelser mellan förångningstemperatur och utgående avloppsvattentemperatur. För ändamålet har tryckmanometrar installerats över förångare. På samma sätt studeras nedsmutsning av trycksilen.

Mätpunkter och ändamål med dessa redovisas i tabell 1 nedan. Placering framgår av Figur 3.1.

Tabell 1

Mätpunkter

Beteckning	Sort	Ändamål	Anm
T ₁	°C	Avloppsvattentemp före förångare	
T ₂	°C	Avloppsvattentemp efter förångare	
T ₃	°C	Värmevattnets returtemp	
T ₄	°C	Värmevattnets temperatur efter värmepump	
T ₅	°C	Värmevattnets temperatur efter elpanna, framlednings-temperatur	
T ₆	°C	Utetemperatur	
T ₇	°C	Inomhustemperatur	
E ₁	kWh	Elpanna - elförbrukning	
E ₂	kWh	Kompressor 1 - elförbrukning	
E ₃	kWh	Kompressor 2 - elförbrukning	
W	m ³	Värmevattenflöde, ackumulerat	Vinghjuls- mätare
VM	kWh	Energimängd från värmepump, ackumulerat	Integre- ringsverk
P ₁	mvp	Tryck före trycksil	
P ₂	mvp	Tryck efter trycksil men före förångare	
P ₃	mvp	Tryck efter förångare	



FIGUR Placering av mätinstrument

3.3 Mätprogram

Samtliga mätpunkter har avlästs manuellt, med en mätning varje vardag. Dessa avläsningar har genomförts av driftpersonal vid reningsverket. Sammanlagt har under mätperioden, 1981-02-01--1982-01-31, 1 år, utförts ca 160 mätaravläsningar. Under sommarperioden, 25/5 - 13/9, har värmepumpen ej nyttjats varför heller inga mätningar gjorts.

3.4 Felanalys

För att få fram ungefärliga felgränser för systemets värmefaktor skrivs ekv (2) om enligt:

$$\Phi_{\text{system}} = \frac{W}{E} \quad (3)$$

där W = uppmätt värmeleverans från värmepump

E = uppmätt elförbrukning

Logaritmeras och deriveras sambandet (3) fås följande uttryck för det relativa felet i systemvärmefaktorn:

$$\frac{\Delta \Phi}{\Phi} = \frac{\Delta W}{W} + \frac{\Delta E}{E}$$

där maximeffekten för respektive term uppgår till (enligt fabrikanten):

$$\frac{\Delta W}{W} = 5\%$$

$$\frac{\Delta E}{E} = 1\%$$

Det relativa felet i systemvärmefaktor uppgår således till maximalt +6% (5% + 1%).

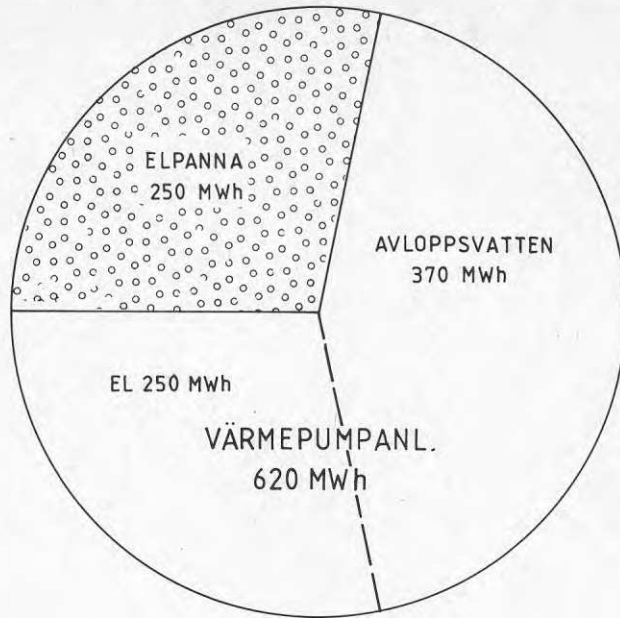
4 RESULTAT

4.1 Inledning

Alla redovisade resultat avser perioden 1981-02-01--1982-01-31, således 1 år. Sommarperioden 25 maj - 13 september, var värmepumpanläggningen ej i drift eftersom värmebehovet under denna period är litet. Under månaderna september och oktober kunde från värmepumpanläggningen producerad värmemängd ej mätas då flödesmätaren för värmevattenflöde var defekt (igensatt). För dessa månader har resultaten därför fått beräknas med övriga mätvärden som grund. Trovärdigheten i årsresultat bedöms ej i någon större grad påverkas av detta missöde eftersom energiproduktionen under september och oktober enbart påverkar drygt 10% av årsenergiproduktionen från värmepumpanläggningen.

4.2 Värmefaktorer

Under hela året producerades av värmepump- och elpanneanläggning ca 870 MWh för uppvärmning. Av dessa, 870 MWh, levererade värmepumpanläggningen 620 MWh och elpanneanläggningen 250 MWh. Sammanlagt förbrukades ca 500 MWh el. Årsenergibesparingen blev således ca 370 MWh, vilket kan vara något högre än ett normalår med tanke på att 1981 var ett kallt år. Ett till normal årsmedeltemperatur för uteluften justerat värde bör bli ca 350 MWh. Värmepumpsystemets årsvärmefaktor uppgick till ca 2,5 (620 MWh/250 MWh). I Figur 4.1 åskådliggörs ovanstående resultat.



FIGUR 4.1 Mätresultat - energimängder

Värmepumpsystemets elförbrukning, ca 250 MWh, kan vidare uppdelas på ca 215 MWh för själva värmepumpinstalleringen och ca 35 MWh för transport av avloppsvatten, avloppsvattenpump. Detta ger årsvärmefaktorn ca 2,9 för värmepumpinstalleringen. I tabell 2 redovisas resultaten månad för månad.

Tabell 2 Driftresultat för värmepumpanläggning i Boden under perioden 1981-02-01--1982-01-31

Månad	Värmeproduktion (MWh)			Elförbr vp-anl (MWh)		Värmefaktor	
	Värme	Elp	Totalt	Värme	Hjälpmask*	Värme	Totalt**
Feb	77,5	50,0	127	27,0	3,3	2,9	2,6
Mars	108,0	21,5	129	36,5	4,2	3,0	2,7
April	43,0	37,0	80	14,5	2,7	3,0	2,5
Maj	42,5	15,0	58	15,0	3,6	2,9	2,3
Juni	-	11,0	11	-	-	-	-
Juli	-	11,0	11	-	-	-	-
Aug	-	11,0	11	-	-	-	-
Sept	25,0	30,0	55	8,5	2,5	3,0	2,3
Okt	52,5	11,0	64	18,0	4,5	3,0	2,4
Nov	69,5	5,0	75	23,0	4,2	3,0	2,6
Dec	99,5	24,5	124	35,5	4,5	2,8	2,5
Jan	102,5	22,0	125	39,5	4,5	2,6	2,3
Perio- den	620	250	870	215	35	2,9	2,5

* Energiförbrukning för avloppsvatten

** Värmefaktor inklusive hjälpmaskiner (effektfaktor)

Eftersom värmefaktorn till största delen beror av temperaturskillnaden mellan förångnings- och kondenseringstemperatur och därmed indirekt mellan energikälla och värmebärare så är dessa temperaturer av stort intresse för att rätt värdera den erhållna årsvärmefaktorn för värmepumpanläggningen (2,9). Mycket ungefärliga medeltemperaturer, månadsvis, redovisas i Tabell 3.

Tablell 3 Drifttemperaturer

Månad	Avloppsvattentemp		Värmevattentemp	
	in	ut	före	efter
Feb	10	6	42	51
Mars	9	5	39	50
April	8	5	37	44
Maj	8	6	42	49
Juni	-	-	-	-
Juli	-	-	-	-
Aug	-	-	-	-
Sept	15	11	47	53
Okt	12	9	43	51
Nov	10	7	37	46
Dec	9	6	44	57
Jan	9	5	45	57
Året*	9,5	6,0	42	52

* Viktad med hänsyn till energiproduktion

Under slutet av mätperioden, månaderna september - januari, noterades även förångnings- och kondenseringstemperaturer. Eftersom aggregatet i Boden, VMV12, innehåller 2 värmepumpkretsar med 2 kompressorer, gemensam förångare med skilda kretsar och 2 kondensorer avser angivna temperaturvärden den värmepump som för tillfället arbetar sist. I genomsnitt låg förångningstemperaturen ca 9°C under temperaturen på utgående avloppsvatten och kondenseringstemperaturen ca 4°C över framledningstemperaturen.

Enligt fabrikanter, Stal Refrigeration AB, bör dessa värden uppgå till ca 7°C respektive ca 5°C när förångare och kondensorer är rena. Med anledning av det något högre uppmätta värdet, 9°C, för förångaren än det teoretiska, 7°C, antyder detta att en viss avsättning av fett och smuts har gjort sig gällande

i förångaren. Studeras tryckfallet över förångaren finner man att detta varierar mellan ca 0,3 - 0,5 mvp under månaderna september - januari. Teoretiskt är enligt fabrikanter tryckfallet vid nyttjat avloppsvattenflöde (ca 20 m³/h) ca 0,25 mvp. Detta stärker således tron på att en viss igensmutsning ägt rum. Påpekas kan att den nedsmutsning som redan är ett faktum ej syns öka utan förefaller förbli konstant.

Lämpligen demonteras avloppsvattenanslutningarna efter eldningssäsongen så att det blir möjligt att okulärt bedöma graden av försmutsning närmast in- och utlopp.

Tryckfallet över trycksilen har även noterats under mätperioden. Av resultaten framgår att denna periodvis blir delvis igensatt. Två gånger har detta medfört så höga tryck över silen att dess finmaskiga (0,4 mm) duk brustit. Felen har varit ganska lätta att åtgärda till små kostnader, ett par hundra kronor, men har dessvärre givit smärre driftavbrott (se nedan).

4.3 Tillgänglighet och drifterfarenheter

Som redan nämnts har man måttlig nytta av hög värmefaktor om värmepumpenläggningen ofta står stilla. Exempelvis uppnås samma energibesparing vid tillgängligheten 90% och värmefaktorn 2,4 som vid tillgängligheten 80% och värmefaktorn 2,9! I första hand bör man således söka driftsäkra lösningar.

Sammanfattningsvis kan sägas om anläggningen i Boden att denna har haft vissa "barnsjukdomar" vilket resulterat i många driftavbrott i början av mätperioden. Efter intrimning och justeringar, samt inte minst efter det att personalen fått möjlighet att lära sig anläggningen så har denna fungerat helt tillfredsställande. I siffror har tillgängligheten beräknats till ca 89%. De tider då anläggningen ej varit tillgänglig, således ca 11%, har berott på faktorer, vilka redovisas nedan.

Reglerutrustning fel inställd, vilket givit avbrott vid utgående avloppsvatten med temperaturen $<6^{\circ}\text{C}$. Bättre driftinstruktion hade undvikit driftavbrott	4,0%
Freonläckage vid pressostat	3,5%
Kärvande reglerventil	1,5%
Trycksil trasig	0,5%
Övrigt	1,5%
Summa	<hr/> 11,0%

Som synes ovan kunde åtminstone 4% av driftavbrottstiden undvikits om mer tillfredsställande skötsel föreskrifter funnits tillgängliga.

4.4 Driftpersonalens erfarenheter

Den personal som skött värmepumpanläggningen är den ordinarie som normalt bedriver drift och underhåll av reningsverket. Man har således före denna värmepumpanläggning ej haft några erfarenheter från värmepumpdrift.

De ny arbetsuppgifter man fått vid värmepumminstallationen består i:

- tillsyn
- felsökning och start vid avbrott
- rengöring av förångare och trycksil

Tidsåtgången för skötsel av värmepumpen beräknas uppgå till ca 60 timmar/år.

Sammanfattningsvis anser man att det ej vållat några särskilda besvär med driften. Dock påpekar personalen med eftertryck att de driftinstruktioner som förelegat varit både svårtillgängliga och bristfälliga. Svårtillgängliga i så motto att

de varit svårlästa. Begrepp och termer har ej varit definierade och emellanåt har vilseledande ord som härrör från kylbranschen nyttjats i dokumentationen. Till sitt försvar framhåller leverantören, Stal Refrigeration AB, att aggregatet i Boden, VMV12, från början är avsett för kyl drift, vilket även då ger sig till känna i driftinstruktionen. Efter det att Stal Refrigeration AB under de senaste åren lanserat den så kallade VMP-serien, avsedd för värmepumpdrift har även driftinstruktionerna anpassats efter värmepumpdrift.

Vidare menar driftpersonalen att det varit svårt att tolka styrutrustningens funktion och användbarhet, bl a beroende på att olika firmor levererat styrutrustning till värmepump och elpanna. En skarpare precisering av styrfunktioner och krav på enhetliga fabrikat redan i förfrågningsunderlag för upphandling borde undvikit denna förbistring anser man.

Under mycket låga utetemperaturer blir värmevattnets returtemperatur för hög, vilket förorsakar att värmepumpen löser ut på högtryckspressostaten. Detta kan åtgärdas dels genom att värmepumpen reglerar ner när maxtemperatur uppnåtts dels genom att leda det för varma returvattnet förbi kondensorn.

5 EKONOMI

5.1 Investeringar

Upphandling av utrustning för värmekompletteringen gjordes i november 1978 i samband med att även reningsverket byggdes ut. Investeringskostnaderna fördelade sig på olika delar enligt nedan.

Värmepumpaggregat	140 kkr
Ledningar, pumpar etc	80 kkr
Trycksil, AKA	30 kkr
Projektering	50 kkr
Summa	<u>300 kkr</u>

5.2 Driftkostnadsbesparing

Under mätperioden, 1 år, uppgick energibesparingen till ca 370 MWh. Det faktiska elpriset var ca 19,2 öre/kWh. Utökade underhålls- och tillsynsbehov bedömdes under perioden uppgå till ca 60 timmar/år. Inköp av tvättmedel till förångare samt reservdelar kostade ca 1000 kronor. Sålunda fås då sammantaget för mätperioden:

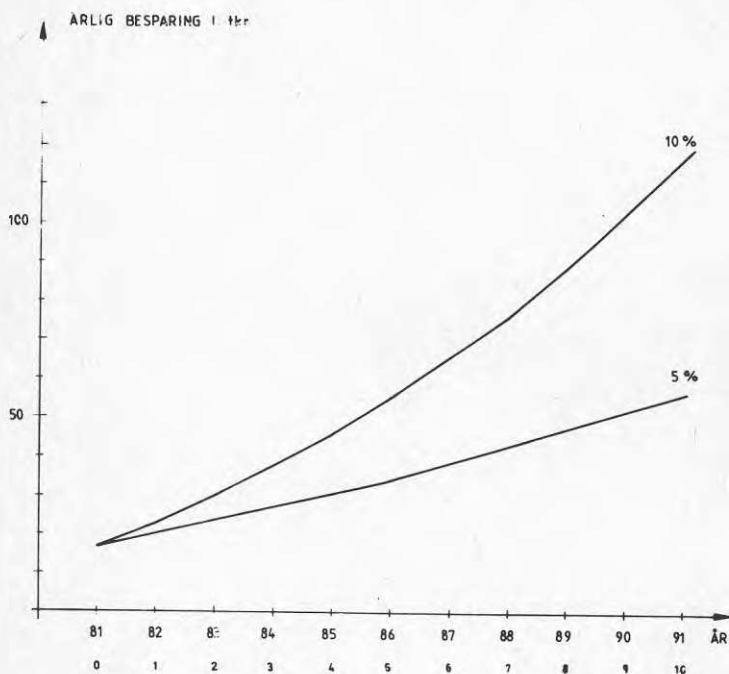
Minskade energikostnader, 370 MWh	+71 000
Underhåll och tillsyn 60 timmar	- 3 600
Tvättmedel, reservdelar	- 1 000
Driftkostnadsbesparing	<u>66 400</u>

5.3 Lönsamhet5.3.1 Mätperioden

Under mätperioden erhöles en driftkostnadsbesparing på 66 400 kronor. Beräknas kostnader för investerat kapital vid 15 års avskrivning för maskiner och 30 år för övriga installationer samt räntesatsen 14% erhålls ca 45 700. För mätåret fås då ett överskott på ca 20 700.

5.3.2 Totalt sett

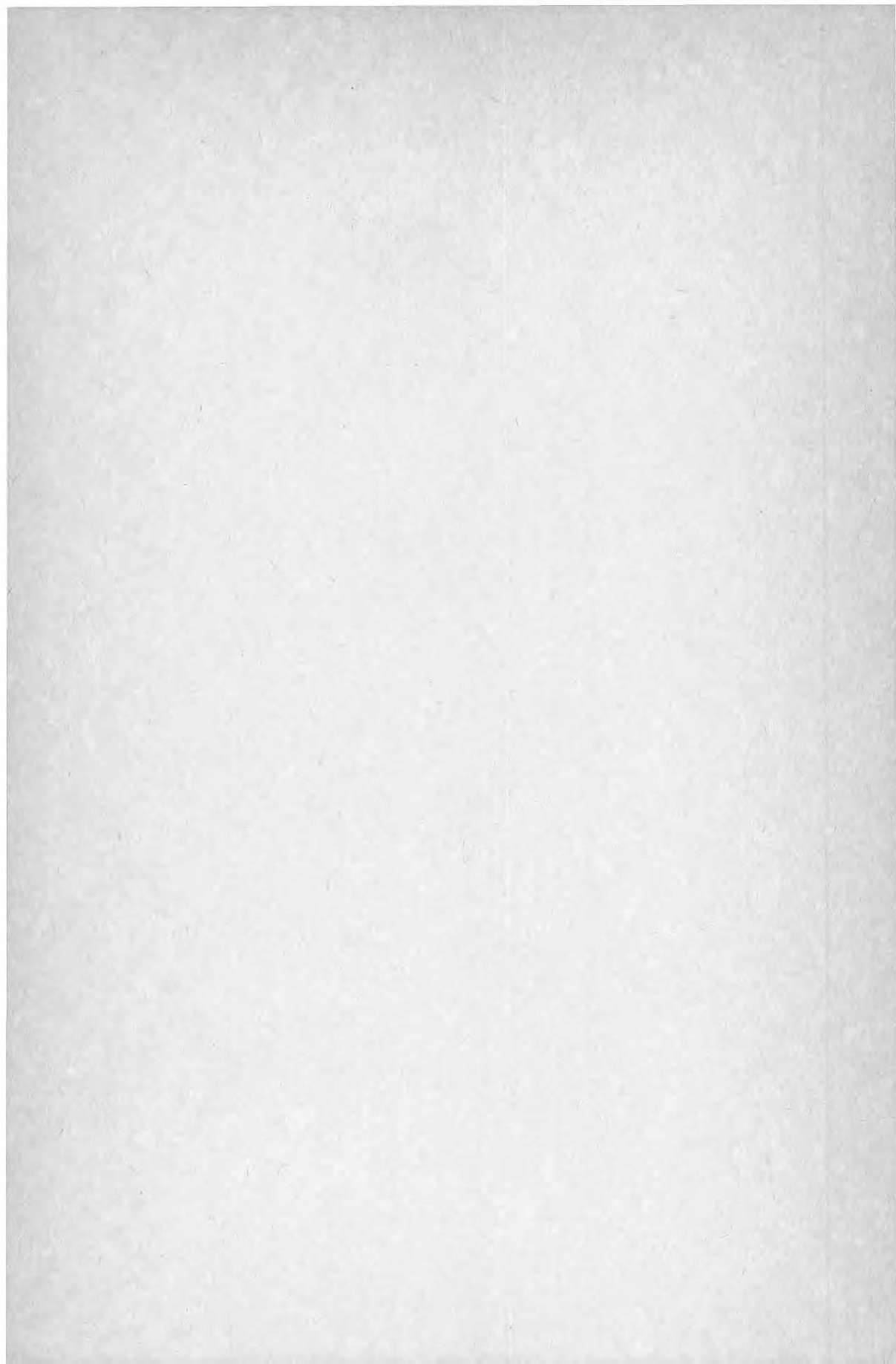
Ett normalår uppgår besparingen av inköpt energi till åtminstone 350 MWh. Används 1981 som basår, elpris 19,2 öre/kWh, fås lönsamhetens utveckling enligt Figur 5.1. Kurvorna speglar de årliga överskotten vid 5% respektive 10% indexökning. Energiprisökningen antas följa index. Samma avskrivningsnormer och räntesats som under 5.3.1 har tillämpats. Hänsyn har även tagits till underhålls- och tillsynskostnader och besparingen gäller för fast penningvärde.

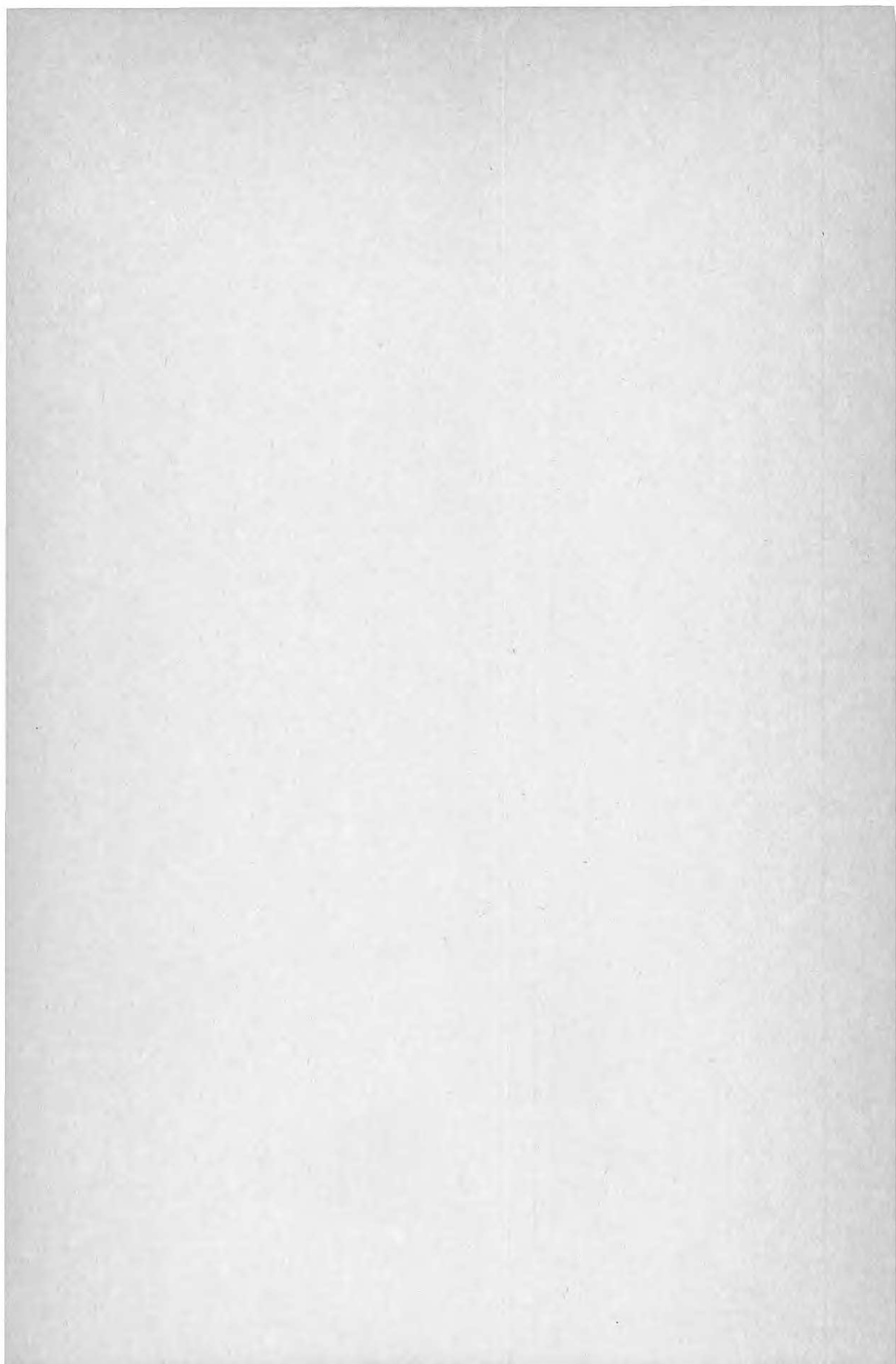


FIGUR 5.1 Lönsamhetsutveckling

5.3.3 Slutsats

Av ovanstående beräkningar framgår att värmepumpanläggningen i Boden är klart lönsam redan med dagens energipriser. Det bör med andra ord finnas utrymme för betydligt fler värmepumpinstallationer på reningsverken runt om i landet. Inga argument, som att tekniken är ny och obeprövad kan längre stoppa en betydande utbyggnad och därmed spara pengar åt våra kommuner, landsting och industrier.





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
800579-5 från Statens råd för byggnadsforskning
till VIAK AB.**

R125: 1982

ISBN 91-540-3816-2

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700625

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 20 kr exkl moms