



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.



Värmepumpens lämplighet för Ronneby brunns konferenshotell

Förstudie

Kaj Sandart

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	80-1239
Plac	See

K
010

R73:1980

VÄRMEPUMPENS LÄMPLIGHET FÖR
RONNEBY BRUNNS KONFERENSHOTELL

Förstudie

Kaj Sandart

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790628-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till Ingenjörfirman Orrje & Co - Scandiaconsult,
Stockholm.

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

R73:1980

ISBN 91-540-3280-6
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 054072

INNEHÅLL

1.	FÖRUTSÄTTNINGAR	5
2.	BYGGNADSBESKRIVNING	5
	2.1 Hotelldel, byggår 1961	7
	2.2 Hotelldel, " 1964	8
	2.3 Silver Hill	9
	2.4 Ron expo	10
	2.5 Villa Flora (4).....	10
	2.6 " Viola (5).....	10
	2.7 " Vega (6).....	11
	2.8 " Frida (8).....	11
	2.9 " Emma (9).....	11
	2.10 Badet	12
	2.11 Panncentral och hetvattenledningar	15
3.	ENERGIFÖRBRUKNING SAMT FÖRBRUKNING AV VATTEN OCH GAS. ENERGIKOSTNADER. BESÖKSSTATISTIK.	18
	3.1 Förbrukning av olja	18
	3.2 " av elström	18
	3.3 " av vatten	18
	3.4 " av gas	18
	3.5 Aktuella priser den 16/7 1979	19
	3.6 Besöksstatistik	19
4.	PROGNOS FÖR EFFEKTBEHOV OCH ENERGIFÖRBRUKNING	20
	4.1 Befintlig anläggning	20
	4.2 Energimässigt förbättrad anläggning	22
5.	TÄNKBARA VÄRMEKÄLLOR FÖR VÄRMEPUMP	27
	5.1 Avloppsvatten	28
	5.2 Jordvärme - Sedimentvärme	29
	5.3 Industrivärme	32
6.	LÄMPLIGT ALTERNATIV - FÖRDJUPAD ANALYS	33
	6.1 Alternativ 1, funktionsbeskrivning	33
	6.2 " 2, "	36
	6.3 " 3, "	38
	6.4 Driftkostnadsjämförelse	40
7.	SAMMANFATTNING	44



1. FÖRUTSÄTTNINGAR

Vid Ronneby Brunns konferenshotell avser man att installera en värmepumpanläggning. Denna utredning skall undersöka möjligheterna för detta samt föreslå lämplig värmekälla för värmepumpen.

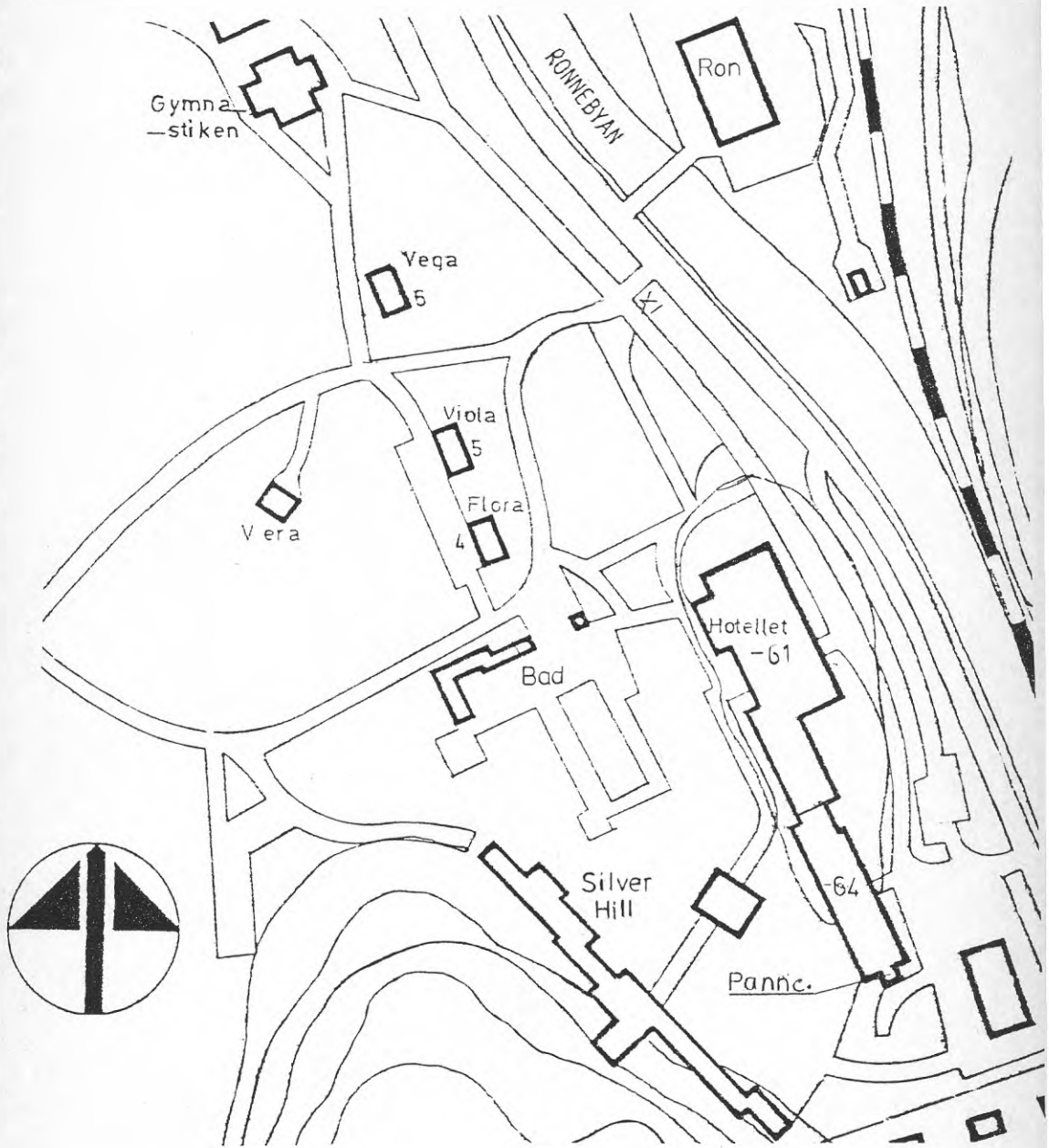
Konferenshotellet består av äldre och nyare hotelldelar samt av vissa konferenslokaler. Dessutom ingår i utredningsdirektiven att undersöka huruvida även på området belägen 50 m bassäng kan uppvärmas med värmepumpen.

I inventeringen av anläggningen har även övriga byggnader på området medtagits. Värmepumpen har dock endast beräknats för själva hotellet inkl bad.

2. BYGGNADSBESKRIVNING

Byggnadsbeskrivningen innehåller uppgifter på energiförbrukning, ytor samt värme- och ventilationstekniska data för de i anläggningen ingående delarna.

Till hotellet räknas förutom hotelldel 1961 och 1964, Silver Hill och Badet.



Figur 2:1

2.1

Hotell, byggår 1961

Byggnaden innehåller, förutom hotellrum, också dansrestaurang, grill, kontor, reception, konferenslokaler m m.

Total golvyta är 4 900 m² och byggnadsvolymen är 14 800 m³.

I källaren är placerade diverse servicelokaler samt tvätteri där all tvätt till hotellet behandlas.

Ventilation

Data för tilluftfläktar:

VA1	3 000 m ³ /h
VA2	2 300 "
VA2a	850 "
VA3	5 200/2 600 "
VA4	7 000 "
VA5	6 300 "
VA6	3 200 "
VA7	1 600 "
VA8	6 000 "
TA-101	2 500 "
KSA-050	2 250 "
KSA-050	5 000 "

Totalt maximalt tilluftflöde, 45 200 m³/h.

Frånluftfläktar för ovanstående lokaler, 47 300 m³/h.

Till ovanstående FT-system tillkommer det F-system som ventilerar hotellrummen.

Med en antagen luftomsättning av 0,75 för hotelldelen av byggnaden fås ett luftflöde av:

$$0,75 \cdot 12\,185 = 9\,130 \text{ m}^3/\text{h}$$

Värme

Byggnaden uppvärms med radiatorer, i huvudsak placerade under fönstren.

Storleken av värmeytor har uppskattats till ca 800 m².

Maximal framledningstemperatur är +55°C vid $t_{ute} = -20^{\circ}\text{C}$.

Tappvarmvatten bereds i två Trufo 15001 varmvattenberedare placerade i källarplanet.

2.2

Hotell, byggår 1964

Byggnaden innehåller hotellrum, konferenslokaler samt pannrum och serviceutrymmen.

Total golvyta: ca 3 000 m²

" byggnadsvolym: ca 8 500 m³

Ventilation

VA20 6 400 m³/h

VA21 1 000 "

VA22 2 500 "

VA23 1 000 "

Totalt tillförd luftmängd: 10 900 m³/h

Total frånluftmängd: 20 400 "

av frånluftmängden härrör 10 000 "
från hotellrummen

Värme

Byggnaden uppvärms med radiatorer.

Total värmeyta är 484 m².

Maximal framledningstemperatur är +55°C.

Tappvarmvatten bereds i en Trufo 1 500 l varmvattenberedare.

2.3

Silver Hill

Silver Hill, som byggdes i början av 1970-talet, är i fem våningar. Byggmetoden är platsgjuten betong. Golvytan är 7 400 m². Byggnaden innehåller förutom hotellrum, konferenslokaler på 540 m², motionsrum, butiker och basturum.

Uppvärmningen av byggnaden sker med radiatorer. Total värmeyta är 1 025 m² fördelad på 209 st radiatorer.

Panncentralen i hotellets äldre del (1964) levererar pumpvatten till undercentralen i Silver Hill. I undercentralen är shuntgrupper och cirkulationspumpar för värme- och ventilationskretsar placerade.

Radiatorkretsens framledningstemperatur styrs via Billmanregulator typ CVC 5 AB med utomhusgivare och nattsänkingsautomatik. Nattsänkning 3°C mellan kl 23 00 - 06 00. Framledningstemperaturen är 55°C vid -20°C ute.

Ventilationskretsen är inställd på framledningstemperatur +90°C. Panncentralen levererar dock maximalt 80°C vatten.

Varmvatten bereds i två parallellkopplade genomströmningsberedare typ CTC SKR 29 4 SVF. Utgående varmvattentemperatur begränsas till 55-60°C med CTC Horne blandningsventil.

Radiatorkretsens pumpdata (P1) är 280 l/min vid 7,5 m vp. Ventilationskretsen (P2) har 100 l/min vid 3,7 m vp.

Undercentralen förser också förbindelsegången samt konferenslokal Oden och Tor med värme.

Total tillförd luftmängd via tilluftaggregat till Silver Hill (inkl förbindelsegång).

TA1	Entré, frisör	4 650 m ³ /h
TA2	Motion, grupprum	2 400 "
TA3	Sky-bar	1 300 "
FA1	Markvåning	8 200/4 100 "
TF13	Oden	2 000/1 300 "
TF14	Tor	2 000/1 300 "
Totalt		20 550 "

däruv uppvärmd 12 350 m³/h

Totalt frånluftflöde: 30 500 m³/h

Därutöver ventileras utrymmet mellan byggnadskroppen och berget med totalt 12 000 m³/h fördelat på åtta fläktar.

2.4

Roneexpo

Byggnaden är under ombyggnad till kombinerad kongress- och danslokal.

Byggnadsyta efter ombyggnad är ca 1 700 m².

Ombyggnaden har också medfört en utbyggnad av ventilationssystemet. Tidigare energiförbrukning ca 150 MWh/år kommer därigenom att öka.

Uppvärmningen sker via panncentral i den äldre delen av fastigheten.

2.5

Villa Flora (4)

Golvyta: 460 m²

Skattad energiförbrukning: 100 MWh/år

Uppvärmes med elradiatorer. Varmvatten med elvarmvattenberedare.

Utnyttjas som hotell året runt.

2.6

Villa Viola (5)

Se Villa Flora

2.7

Villa Vega (6)Golvyta: 300 m²

Skattad energiförbrukning: 25 MWh/år

Uppvärmning som Villa Flora.

Utnyttjas som tennisskola och bostad sommartid, tom vintertid.

2.8

Villa Frida (8)Golvyta: 676 m²

Energiförbrukning: 144 MWh/år

Uppvärmning som Villa Flora.

Utnyttjas som hotell och utställningslokal året runt.

2.9

Villa Emma (9)Golvyta: 475 m²

Skattad energiförbrukning: 100 MWh/år

Uppvärmning som Villa Flora.

Personalbostad året runt.

2.10

Badet

Badet byggdes samtidigt som det ursprungliga hotellet, dvs i början av 60-talet.

En tillbyggnad har skett 1979 då man har kompletterat klordoseringsutrustningen. Vissa delar har också fått bytas ut under årens lopp, man har bl a bytt ut värmewäxlarna vid fyra tillfällen på grund av rostskador. Korrosionen har uppträtt på badvattenberörda delar. Vid senaste bytet, 1977, valdes rostfritt stål, vilket förhoppningsvis skall stå emot de hårda påkänningarna.

Några driftdata

Maximalt antal badande per dag: ca 1 500 st.

Badet hålles öppet ca 15 maj - 1 oktober.

Vattentemperatur: 26°C

Badet består av två bassänger:

- Huvdbassäng (se fig 2.1)
volym: 2 700 m³
djup max: 4,80 m
djup min: 0,90 m
- Barnbassäng
volym: 80 m³

Vattenbehandlingen framgår av fig 2.2. Vattnet behandlas gemensamt för de båda bassängerna.

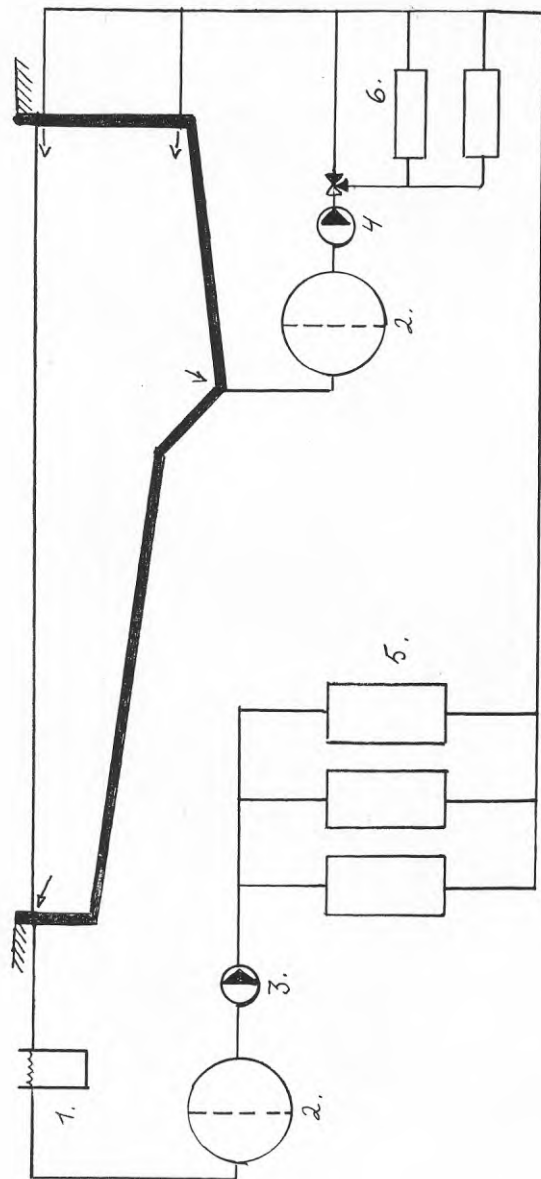
Avdunstad vattenmängd, uppskattningsvis 3-10 m³/dag, återförs till stor del via regn.

Vid backspolning av filtren åtgår 60-80 m³ färskvatten. Spolningen sker ungefär 3 ggr/månader.

Vattenbehandlingsutrustningen befinner sig i ett utrymme under jord vid huvdbassängens nordöstra hörn. Utrymmet uppvärms och ventileras med en sk aerotemper med luftflödet 1 500 m³/h. Vintertid strävar man att hålla 18°C i utrymmet.

Huvdbassängen kan på grund av hög grundvattennivå ej tömmas under längre perioder. Vattnet varmhålles därför vintertid så att fullständig isläggning aldrig sker.

I anslutning till bassängerna ligger omklädningshytter och duschrum. Totalt finns fyra varmvattenduschar. Varmvattenberedning liksom uppvärmning av byggnaderna sker med elvärme. Däremot sker uppvärmningen av bassängvattnet med pumpvarmvatten från panncentralen. Pumpvarmvattnet transporteras genom eternitkulvert (diam 0,3 m) i ansl 65 tuber. Isoleringen kring tuberna är 50 mm mineralull.



1. Nivåkär1
2. Hårsilar
3. Cirkulationspump, 900 m³/h
4. " 1 350 m³/h
5. Tryckdiatomfilter, 3 st
6. Värmeväxlare (CTC SKR 222-05), 2 st

Fig 2:2

50 m bassäng

2.1 1

Panncentral och hetvattensystem

Panncentralen består av följande två pannor.

Panna 1

CTC 1200/2000 (1964)
 Nom effekt: 2,3 MW
 Brännare: Looser R-6/5·28

Panna 2

Parca Norrahammar Wirbex G (1978)
 Nom effekt: 930 kW
 Brännare: Bentone 140-3, 2-steps

Under sommaren stängs panna 1 av för att minska oljeförbrukningen. Ungefärlig avstängningstid sammanfaller med badets öppettid, dvs 15 maj till 1 oktober.

Pannorna körs med framledningstemperatur 80°C.

Total oljelagringsvolym är 35 m³.

I panncentralen är placerad en varmvattenberedare typ Trufo 1 500 1 avsedd för "hotell 64"-delens varmvattenbehov. Två likadana beredare finns i gamla panncentralen. Dessa är avsedda för "hotell 61" samt kökets och tvättens behov.

Hela hetvattensystemet framgår av fig 2:3.

I fig 2:4 redovisas hetvattenkretsens utomhusförlagda ledningar.

Som redovisas i följande förbrukar panncentralen ca 560 m³ olja per år, varav ca 80 m³ åtgår för badets behov.

Med kännedom om årsmedelverkningsgraden för liknande anläggningar, $\eta = 70 \%$, kan levererad energi i pumpvarmvattnet bestämmas.

Denna blir sålunda:

$$10\ 000 \cdot 0,70 \cdot 560 = \underline{\underline{3\ 920\ MWh}}$$

Med aktuellt oljepris (juli 1979) på 1 089 kr/m³ motsvarar detta en energikostnad på 15,6 öre/kWh.

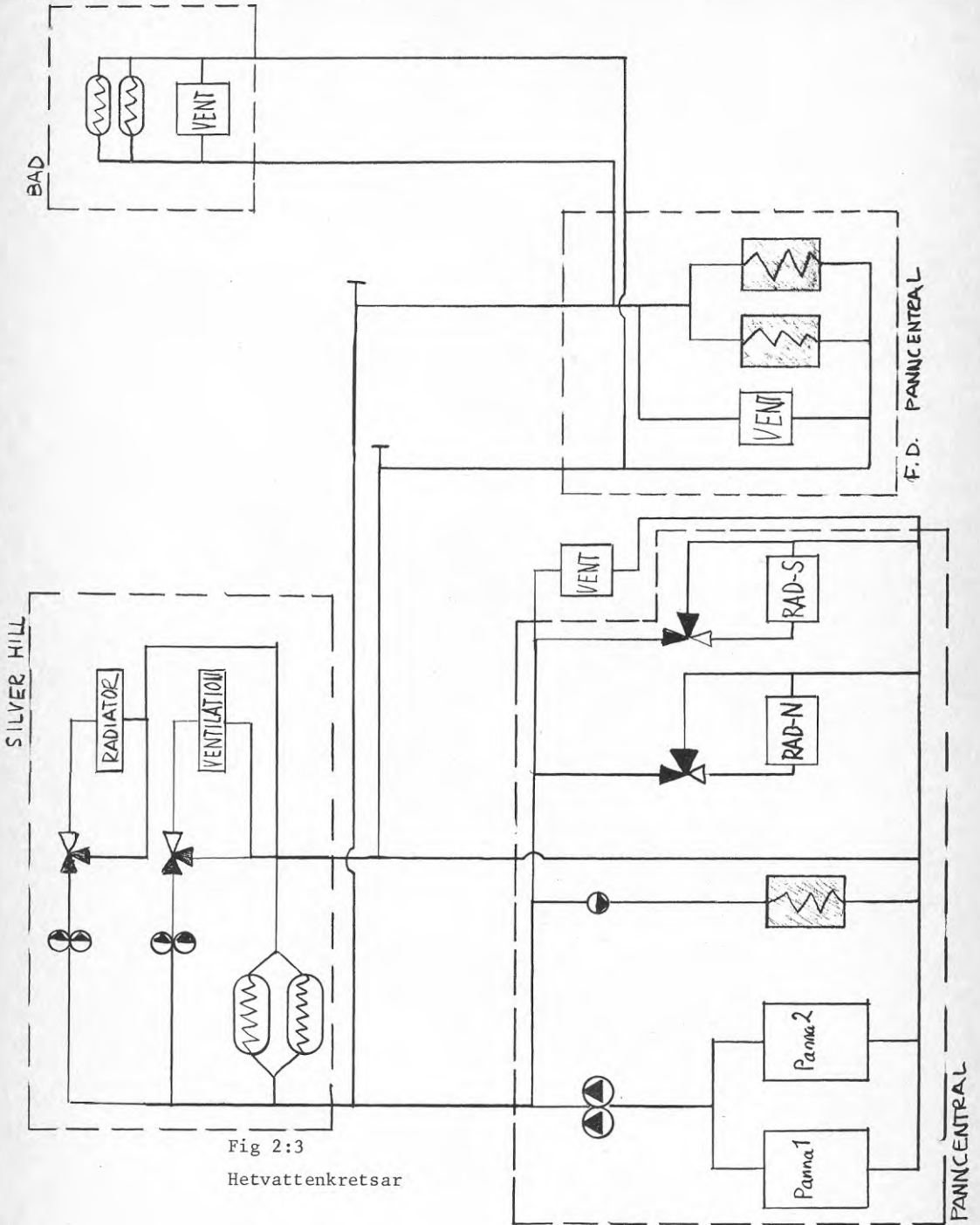


Fig 2:3
Hetvattenkretsar

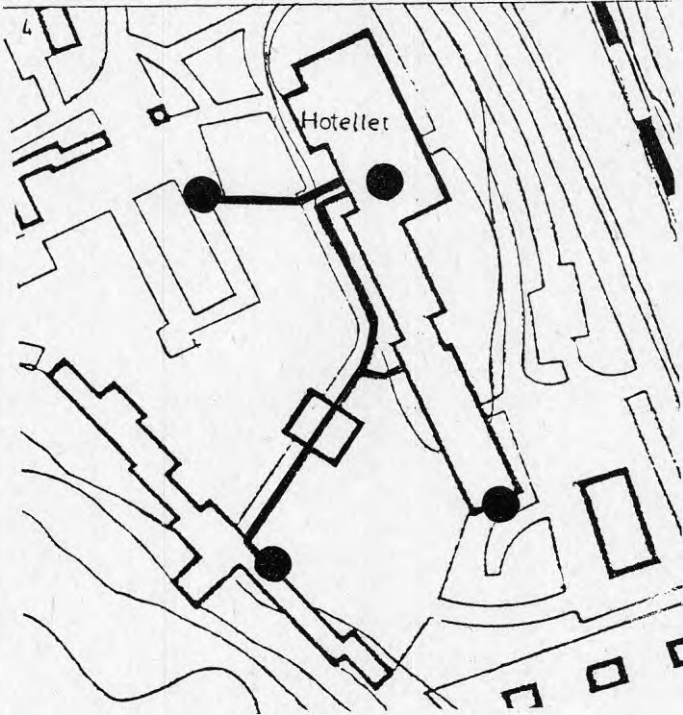


Fig 2:4

Utomhusförlagda hetvattenledningar

3. ENERGIFÖRBRUKNING SAMT FÖRBRUKNING AV VATTEN OCH GAS.
ENERGIKOSTNADER

3.1 Förbrukning av olja

Förbrukare (Eol)	År	
	1977	1978
Huvudbyggnader:	458 m3	495 m3
Badet: (genom värme- mängd)	88 m3	76,5 m3
Ron:	20 m3	18,6 m3

3.2 Förbrukning av elström

Förbrukare	1978 (MWh)
Huvudbyggnad + villor	1 860
Badet	119
Villa 8	144
Ron	63

3.3 Förbrukning av vatten

Förbrukare	1978 (m3)
Huvudbyggnad	49 600
Badet	2 236
Villa 8	1 550
Ron	842

3.4 Förbrukning av gas

	1977	1978
Huvudbyggnad	35 440 kg	19 145 kg

3.5

Aktuella priser den 16/7 1979

Olja:	889 kr/m ³ (numera ~200 kr dyrare)
Vatten + avlopp: fast avgift	4,05 kr/m ³ 480 kr/år
Gas:	1 147 kr/ton
El (huvudbyggnad):	20,5 öre/kWh
El (villa 8):	10,5 öre/kWh 606,70 kr/månad
El (Ron)	14,5 öre/kWh 164 kr/månad

3.6

Besöksstatistik

<u>Antal gästnätter</u>	<u>Juni 78</u>	<u>Juni 79</u>
st	12 322	10 609
Summa måltider per halvår:	190 000	st
Summa gästnätter per halvår:	47 000	st

4.

PROGNOS FÖR EFFEKTBEHOV OCH ENERGIFÖRBRUKNING

Förutsättningar för energi- och effektbehovsberäkningar:

Klimatdata: Ronneby

Årsmedeltemperatur: $+7,1^{\circ}\text{C}$ Månadsmedeltemperaturer

Jan	$-1,5^{\circ}\text{C}$	Juli	$16,9^{\circ}\text{C}$
Febr	$-1,4$	Aug	$16,0$
Mars	$0,5$	Sept	$12,4$
April	$5,1$	Okt	$7,8$
Maj	$10,2$	Nov	$4,1$
Juni	$14,3$	Dec	$1,2$

Antal gradtimmar per år vid uppvärmning till $+15^{\circ}\text{C}$ (resterande energi upp till $+20^{\circ}\text{C}$ antas tillföras från internt utvecklade värme)

 $74\ 000^{\circ}\text{Ch}$

Årsvärme för uppvärmning av luft till 20°C

 $114\ 000\ \text{kJ}\cdot\text{h}/\text{kg}\cdot\text{år}$

4.1

Befintlig anläggningHotell 1961

Värme: $236\ \text{kW}$ vid $t_{\text{ute}} = -20^{\circ}\text{C}$
 0 " " " $t_{\text{ute}} = +10^{\circ}\text{C}$

Ventilation: Grundventilation = $10\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$
 Dagventilation (6 tim) = $55\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$

Hotell 1964

Värme: $142\ \text{kW}$ vid $t_{\text{ute}} = -20^{\circ}\text{C}$
 0 " " " $t_{\text{ute}} = +10^{\circ}\text{C}$

Ventilation: Grundventilation = $10\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$
 Dagventilation (6 tim) = $20\ 400\ \text{m}^3/\text{h}$

Silver Hill (inkl förbindelsgång)

Värme: 302 kW vid $t_{ute} = -20^{\circ}\text{C}$
 0 " " " $t_{ute} = +10^{\circ}\text{C}$

Ventilation: Grundventilation = 9 300 m³/h
 Dagventilation = 21 650 m³/h

Badet

Ventilation: 1 500 m³/h uppvärms till 18^oC

Värme: Maj 212 kW
 Juni 102 "
 Juli 26 "
 Aug 102 "
 Sept 236 "

Sammanlaget för panncentralen, månadsvis

$P_V = -22,67 \cdot t + 227$ VÄRME
 $P_F = 15,9 (20 - t)$ VENTILATION

Månad	Värme	Vent	Badvärme	Totalt
Jan	261 kW	341 kW	-	600 kW
Febr	260 "	340 "	-	600 "
Mars	216 "	310 "	-	526 "
April	111 "	237 "	-	348 "
Maj	-	156 "	212 (halv mån)	262 "
Juni	-	91 "	102 kW	193 "
Juli	-	49 "	26 "	75 "
Aug	-	64 "	102 "	166 "
Sept	-	121 "	263 "	384 "
Okt	50 "	194 "	-	244 "
Nov	134 "	253 "	-	387 "
Dec	200 "	299 "	-	500 "

Energibehovet för uppvärmning av byggnaden, bassäng och ventilation är baserat på ovanstående värden 3 100 MWh/år. Resterande värme åtgår för uppvärmning av tappvarmvatten samt vissa kulvertförluster. Med antagande om 3 % kulvertförluster blir månadsmedeleffekten för tappvarmvatten 80 kW.

Förluster = ca 100 MWh/år

Tappvarmvatten = 700 MWh/år

Maximalt effektbehov exkl tappvarmvatten dvs vid LUT = -12°C
är $499 \text{ kW} + 1\,050 \text{ kW} = \underline{1\,550 \text{ kW}}$.

Maximalt effektbehov för tappvarmvattenberedning kan bestämmas med kännedom om dagens driftschema för pannorna. Panna 2 klarar ensam av hela värmebehovet fram till medio september. Panna 2:s effekt är 930 kW att minska med erforderlig värmeeffekt för bad, värme och ventilation på 384 kW. Resterande åtgår till **tappvarmvatten**, dvs ca 550 kW.

Vi kan nu bestämma totalt effektbehov vid LUT till 2 100 kW.

4.2 Energimässigt förbättrad anläggning

Allmänt

De delar av hotellanläggningen som kan förväntas bli åtgärdade energimässigt är de äldre hotelldelarna samt bassängen.

De energibesparingsåtgärder som kan bli aktuella är främst tätning av fönster och dörrar samt värmeåtervinning i ventilationsluften resp täckning av bassängytan med någon typ av pool-skydd. Man kan även tänka sig åtgärder för att minska varmvattenförbrukningen.

Montage av tätningslister och övrig tätning kan förväntas minska den ofrivilliga ventilationen med 0,1 oms per timme.

Värmeåtervinning beräknas minska energiförbrukningen för ventilation med 50 % (vätskekopplade värmeväxlare).

Idag förbrukar hotellanläggningen exkl bad ca 30 l olja per m². Detta är ett gott värde som innebär att större besparingar ej går att göra i anläggningen utan höga kostnader.

Förbättrad anläggningHotell 1961

- Värme: Minskad ofrivillig ventilation motsvarande 1 480 m³/h. Effektminskning 0,5 kW/°C.
- Ventilation: Värmeåtervinning minskar energi- och effektförbrukning med 50 %. (Detta gäller enbart FT-ventilationen.)

Hotell 1964

- Värme: Minskad ofrivillig ventilation motsvarande 850 m³/h. Effektminskning 0,3 kW/°C.
- Ventilation: Värmeåtervinning minskar energi- och effektförbrukning med 50 % (enbart FT-ventilation.)

Silver Hill

Inga åtgärder

Badet

Täckning med poolskydd, nattetid och på vintern, minskar energiförbrukningen och effektbehovet med 50 %.

Sammanlagd sänkning av effektbehovet för panncentralen, månadsvis

Månad	Värme	Vent	Badvärme	*
Jan	17,2 kW	49 kW	-	534 kW
Febr	17 "	49 "	-	534 "
Mars	15,6 "	45 "	-	465 "
April	12 "	34 "	-	302 "
Maj	-	22 "	106 (halv mån)	187 "
Juni	-	15 "	51 kW	127 "
Juli	-	7 "	13 "	55 "
Aug	-	9 "	51 "	106 "
Sept	-	17 "	132 "	235 "
Okt	9,8 "	28 "	-	206 "
Nov	12,8 "	37 "	-	337 "
Dec	15 "	43 "	-	442 "

*) Total sammanlagt effektbehov för panncentral efter det energibesparande åtgärder utförts exkl tappvarmvatten

Dimensionerande panneffekt efter energibesparande åtgärder är:

1 211 kW för värme - vent och
550 " för tappvarmvatten, dvs

Totalt 1 761 "

Anläggningens effekt- och energiförbrukning, före och energibesparande åtgärder framgår av fig 4:1 och 4:2.

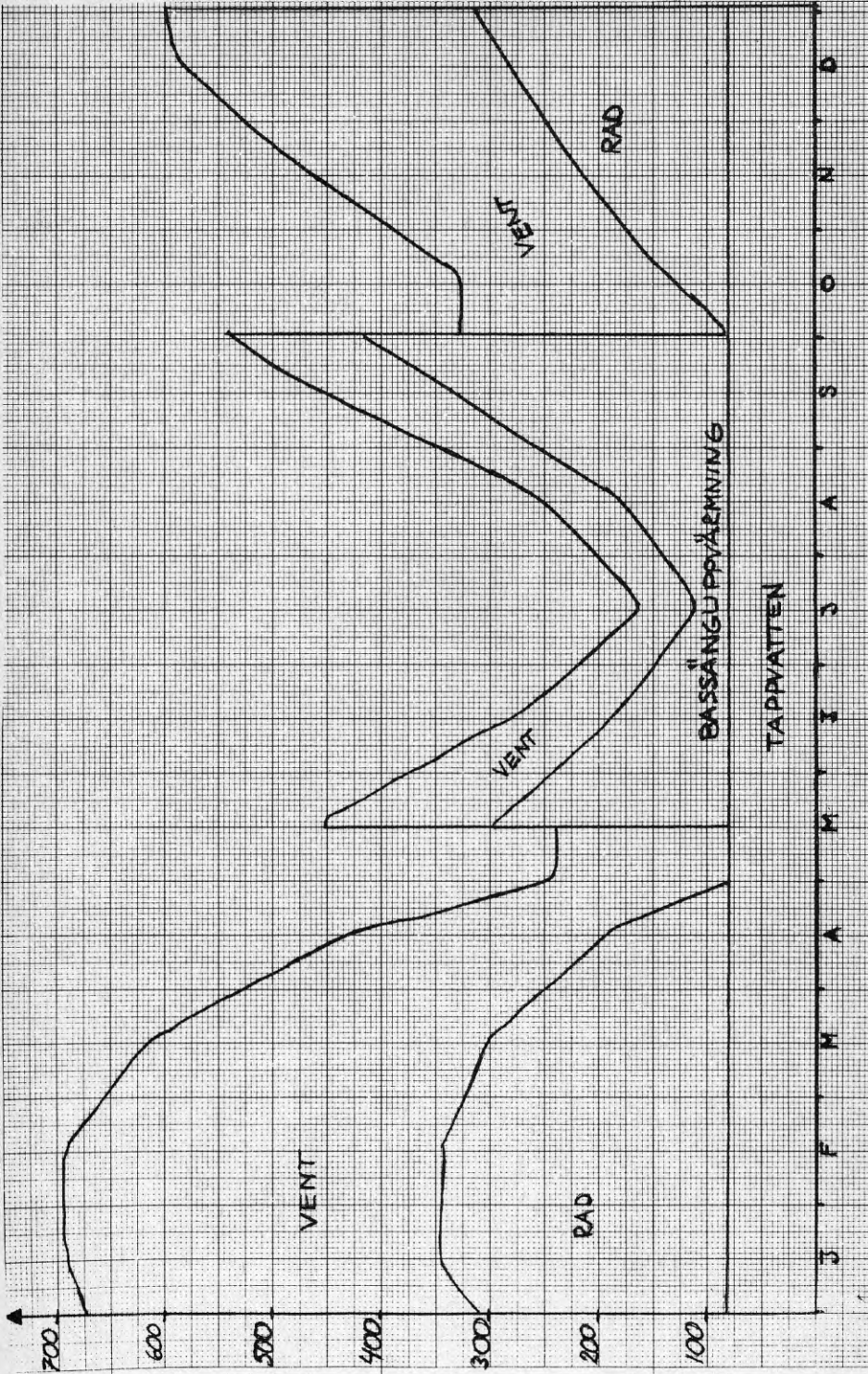


Fig 4:1 Effektbehov månadsvis, före energibesparing

5. TÄNKBARA VÄRMEKÄLLOR FÖR VÄRMEPUMP

Allmänt

Värmekällans lämplighet bestäms av följande faktorer:

- tillgänglig värmemängd
- temperatur
- renhet
- avstånd till värmesänka

Värmepumpens storlek avgör behovet av värmemängd hos värmekällan.

I kapitel 4 bestämdes den totalt erforderliga panneffekten i en framtida åtgärdad anläggning till 1 760 kW vid LUT. Denna effekt har mycket kort varaktighet, kanske endast någon dag per år, och det är därför ej ekonomiskt motiverat att dimensionera värmepumpen för denna effekt.

Maximal framledningstemperatur från värmepumpen är 45-50°C medan befintliga pannor ger upp till 80°C. Med nuvarande varmvattenberedare kan man därför ej uppnå önskvärd varmvattentemperatur på +55°C och det är därför nödvändigt att komplettera beredarna med elektriska efterberedare.

Av totalt erforderligt effektbehov för tappvarmvatten på 550 kW kan värmepumpen svara för ca 300 kW, eller om man så vill för förvärmning av kallvatten från +10°C till +35°C medan elberedare svarar för ytterligare 250 kW effekt.

Totalt erforderlig effekt för värmepanna och värmepump kan därför antas vara $1\,760 - 250 = 1\,510$ kW.

Panna 2 är relativt ny och bör därför i första hand användas som tillsatsvärmekälla vid värmepumpinstallation. Panna 2:s effekt är 930 kW. Vi antar att värmepumpen får en dimensionerande effekt av $1\,510 - 930 = \underline{580}$ kW.

Panna 1 kommer vid en värmepumpinstallation att endast fungera som reservpanna.

Temperaturen hos värmekällan bör vara så hög som möjligt. Om värmekällan är vatten, måste temperaturen överstiga 5°C för att undvika ispåfrysning i förångare.

Kravet på renhet hänger främst samman med anläggningskostnaderna. Detsamma gäller avståndet till värmekällan.

5.1 Avloppsvatten

Ronneby avloppsreningsverk ligger ca 1 km söder om hotellet.

Avloppsverkets mottagningsområde är såväl Ronneby stadskärna som Kallingeområdet.

Verkets dimensioneringsförutsättningar är följande:

-	maximal spillvattenmängd:	500 l/sek	
-	medeltillrinning:	125 "	
-	torrväderstillrinning:	230 "	(13 h medel)

Vid verket görs kontinuerliga mätningar av spillvattenflödet. Enligt dessa är aktuella värden för:

-	max spillvattenmängd:	290 l/sek
-	medel "	127 "
-	min "	58 "

Avloppsreningsverket har öppna bassänger. Under reningsprocessen, som tar 8 timmar, sker därför vintertid en betydande avkylning av vattnet. Lägsta vattentemperatur efter reningsverket är därför endast 4-5°C.

Även orenat avloppsvatten är tänkbart som värmekälla. Värme-pumpen kan då placeras i anslutning till den avloppspumpstation som ligger ca 120 m nordöst om hotellet på andra sidan ån.

Genom denna pumpstation passerar mellan 60-70 % av renings- verkets spillvattenflöde, dvs lägst ca 35 l/s nattetid.

Temperaturen har ej kunnat uppmätas men torde som lägst vara 10°C. På hösten är spillvattentemperaturen upp emot 25°C.

För att utvinna 580 kW värmeeffekt ur kondensorn krävs vid 50°C temperaturhöjning i värmepumpen en förångareffekt av ca 435 kW. Med 5°C temperatursänkning i spillvattnet krävs ett minsta flöde av 21 l/s.

5.2 Jordvärme - Sedimentvärme

Hela brunnsområdet kännetecknas av ovanligt högt liggande grundvattennivå.

Nivån är endast ca 1 m under markytans nivå vid hotellet. Högt liggande grundvatten ökar möjligheterna för värmeupptagning ur marken.

För värmeupptagning ur jorden används nergrävda plastslangar. Slangarna läggs på 1 till 1,5 m djup och med ca 1 m delning. Slanglängden per kW uttagen effekt varierar mellan 25 och 50 m beroende på markförhållanden. Under förutsättning att man i detta fall behöver ca 40 m per kW krävs totalt 17,5 km slang. Då en meter slang också kräver ca 1 m² markyta krävs sålunda en total markyta av ca 17 500 m².

Området runt bassängen samt gräsplanen bakom Villa Vera har ungefär denna yta. Se figur 5:1.

Kostnaden för nedläggning av slangen kan enligt AGA uppskattas till 7 kr per m slang. Till detta kommer slangkostnaden på ca 3 kr per meter.

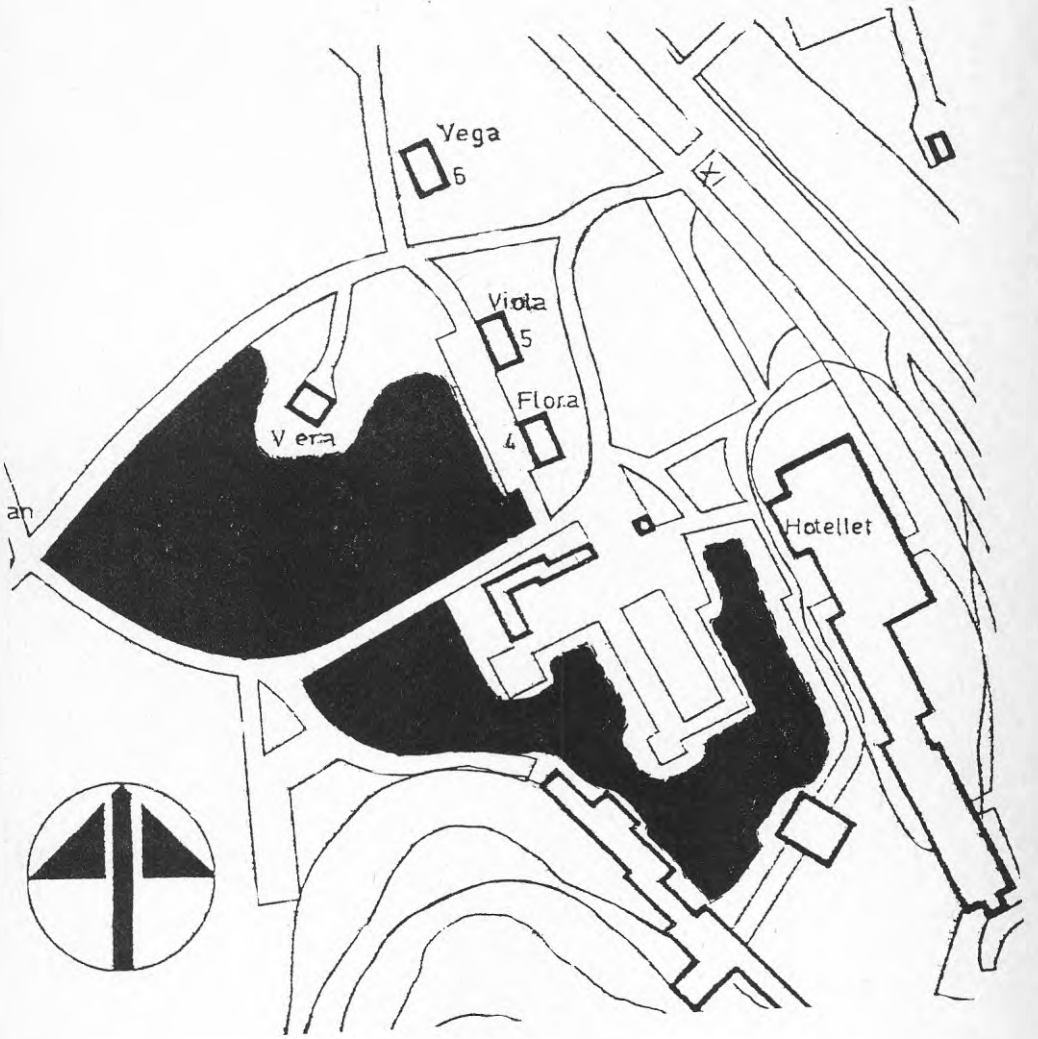


Fig 5:1

Sedimentvärme kan utvinnas ur Ronnebyåns botten. Botten-sedimentet, som är mycket tjockt, fungerar som en reservoar för värme från sommarhalvåret. Värmeupptagningen sker enklast med hjälp av plastslangar på ett snarligt sätt som för jordvärme ovan. Slangen lägges på botten med tyngder och kommer med gravitationens hjälp av sjunka ned något i botten-skiktet. Vintertid är sedimentets temperatur knappast högre än 3°C medan man sommartid kan räkna med temperaturer upp mot 20°C .

Slanglängden bör vara åtminstone 20 m/kW effekt. Den kan dock läggas tätare än vid jordvärme. Hänsyn bör också tas till risken för skador på slangen från ankare m m.

Uppskattningsvis krävs en bottenlängd av 500 m med 20 m bredd.

Med jord- och sedimentvärme kommer förångningstemperaturen vintertid att vara ca -10 till -5°C .

Metoden förordas ej med tanke på risker för slangskador samt de höga kostnader som kan uppstå vid en eventuell reparation av slangen.

5.3 Industrivärme

Kontakter har tagits med närbelägna industrier för att utröna om någon av dessa har överskottsvärme.

De industrier som tillfrågats är Tarkett AB och AGA CTC.

AGA CTC

Man sysslar i fabriken i Ronneby endast med svetsning och har därför inga större spillvärmemängder för detta ändamål.

Tarkett AB

Har sin fabrik ca 1 km sydost om hotellet. Man har en del värmeöverskott som man är intresserad att bli av med.

I Foranäsfabriken har man bl a två ugnar med ett sammanlagt frånluftflöde på 50 000 m³/h. Frånlufttemperaturen är 100°C men man tar själv ned denna till ca 65°C med hjälp av "heat-pipes". Önskvärt är att ytterligare sänka temperaturen till ca 30°C då man på detta sätt kan kondensera lösningsmedel ur avgaserna.

Drifftiden är tre-skift måndag till fredag kväll dvs 110 timmar per vecka eller 65 % av tiden. Man har också vissa andra frånluftflöden med likartade temperaturnivåer.

6. LÄMPLIGT ALTERNATIV - FÖRDJUPAD ANALYS

Från föregående kapitel har utkristalliserats tre tänkbara alternativ för värmepumpsanvändning.

Dessa är:

- alt I: Värmeupptagning ur spillvattnet vid pumpstation
- alt II: Värmeupptagning ur mark
- alt III: Värme från rökgaser vid Tarkett AB

Alternativen presenteras schematiskt i figurer 6:1, 6:2 och 6:3.

6.1 Alternativ I, funktionsbeskrivning

Befintlig pumpstation, belägen vid Ronnebyåns östra strand, kompletteras med ytterligare en avloppspump. Styrningen av startsekvensen för pumpstationens olika pumpar ställs om så att den nya pumpen har första prioritet vid lågt spillvattenflöde. Pumpkapacitet ca 21 l/s (75,6 m³/h).

Spillvattnet pumpas via en spaltsil med 0,6 mm spaltbredd till en uppsamlingstank på 3 000 l och vidare genom värmepumpens förångartubpanna. Efter värmeavgivning återförs spillvattnet till tryckledningen och vidare mot reningsverket.

De i spaltsilen avskiljda föroreningarna (torrsubstans ca 300 kg/dygn) får rinna ut i en container som regelbundet (1 gång per vecka) byts ut. Alternativt kan föroreningarna återföras till tryckledningen med hjälp av det avkylda spillvattnet.

Värmepumpens dimensionerande data:

-	kondensoreffekt:	580 kW
-	kyleffekt:	435 "
-	kompressoreffekt:	145 "
-	kondenseringstemp:	+50°C
-	förångningstemperatur:	+0°C
-	total carnotsk verkningsgrad:	$\eta_{ct} = 55 \%$
-	värmefaktor	4

Med jämna mellanrum måste spaltsilen rensas genom backspolning. Under dessa spolningar utnyttjas uppsamlingstanken för värmepumpens behov.

Det 45°C framledningstvattnet från kondensorn transporteras i en fjärrvärmekulvert till pannrummet för inkoppling i värmesystemet. Kulvertlängden är 150 m utomhusförlagd och 150 m inomhusförlagd kulvert.

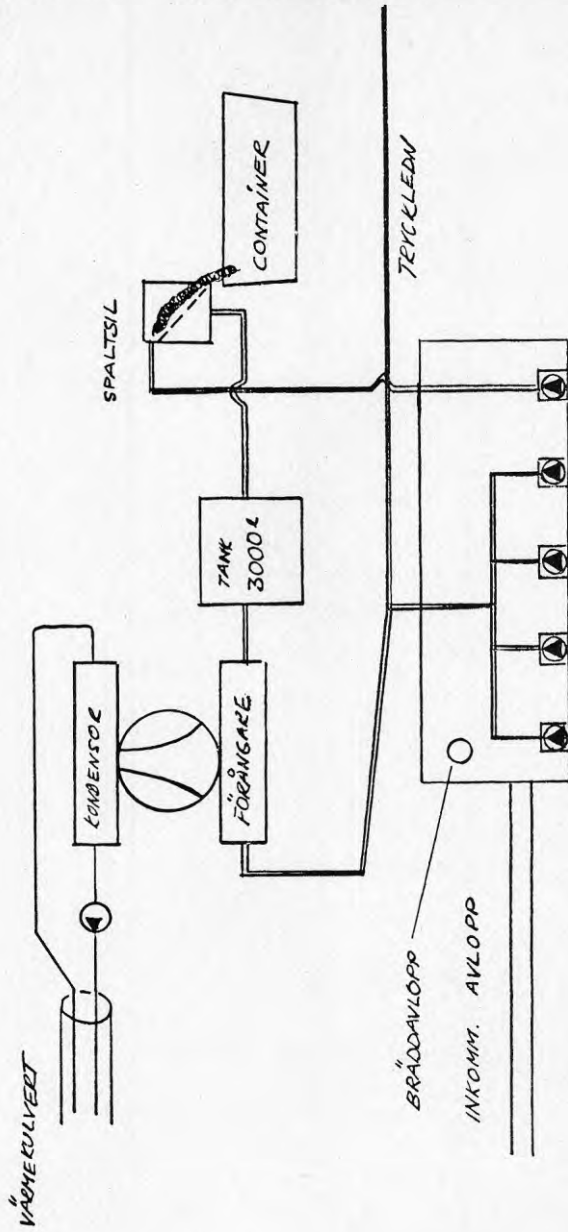


Fig 6:1

Alternativ I. Värmeupptagning ur avloppsvatten

6.2 Alternativ II, funktionsbeskrivning

I markarealen runt 50 m bassängen samt bakom Villa Vera nedlägges sammanlagt 17 500 m plastslang av PEL-typ. Läggningsdjup ca 1,5 m och delning ca 1 m. Genom plastslangen, som uppdelas i flera parallella kretsar, cirkulerar en blandning av glykol och vatten.

Glykolblandningen som har en temperatur mellan 0 och -5°C passerar efter värmeupptagningen i marken värmepumpens förångardel där värmen avges.

Värmepumpen placeras i det gamla pannrummet:

Värmepumpens dimensionerande data:

-	kondensoreffekt:	580 kW
-	kyleffekt:	410 "
-	kompressoreffekt:	170 "
-	kondenseringstemperatur:	$+50^{\circ}\text{C}$
-	förångningstemperatur:	-10°C
-	total carnots verkningsgrad:	55 %
-	värmefaktor:	3,40

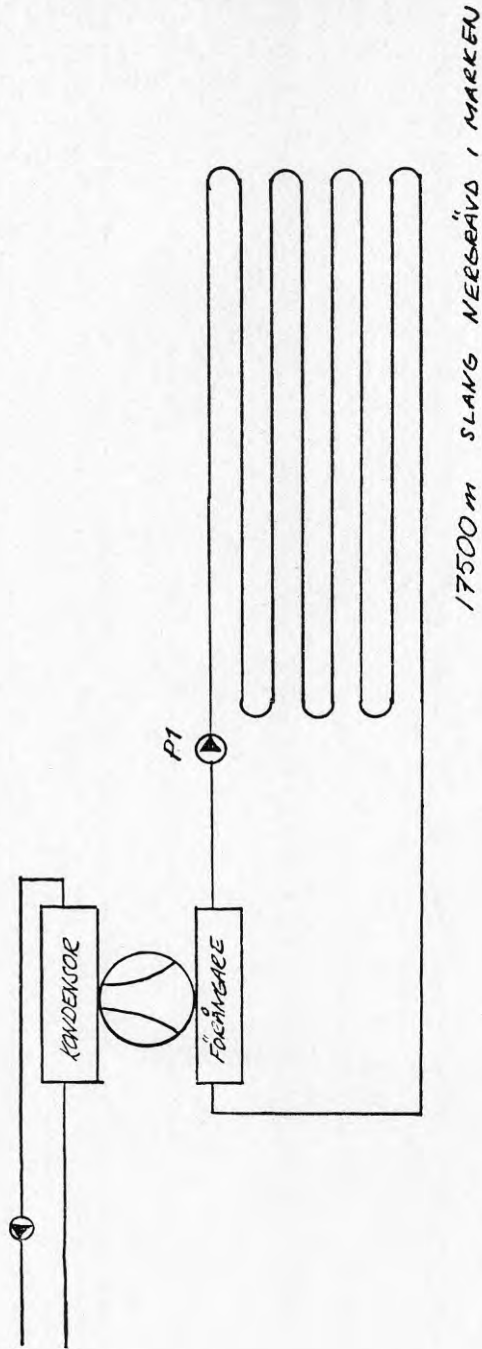


Fig 6:2
Alternativ II. Värmeupptagning ur mark

6.3 Alternativ III, funktionsbeskrivning

I Foranäsfabriken placeras en värmepump för utvinnande av värme ur de varma rökgaserna från ugnarna. Ingående rökgastemperatur före förångaren är 60-65°C. Förångaren, som är av batterityp med direktförångning, sänker rökgastemperaturen till 35-40°C. Därvid kondenserar en stor del av de lättflyktiga lösningsmedel, mjukningsmedel, som finns i rökgaserna och kan återvinnas samtidigt som miljön sparas.

Värmepumpens dimensionerande data:

-	kondensoreffekt:	600 kW
-	kyleffekt:	520 "
-	kompressoreffekt:	80 "
-	kondenseringstemperatur:	+55°C
-	förångningstemperatur:	+30°C
-	total carnotsk verkningsgrad:	55 %
-	värmefaktor:	7,7

Värmepumpen kan endast arbeta då fabriken är igång, dvs 110 timmar per vecka. Detta reducerar producerad energimängd med 35 % jämfört med fulldrifttid.

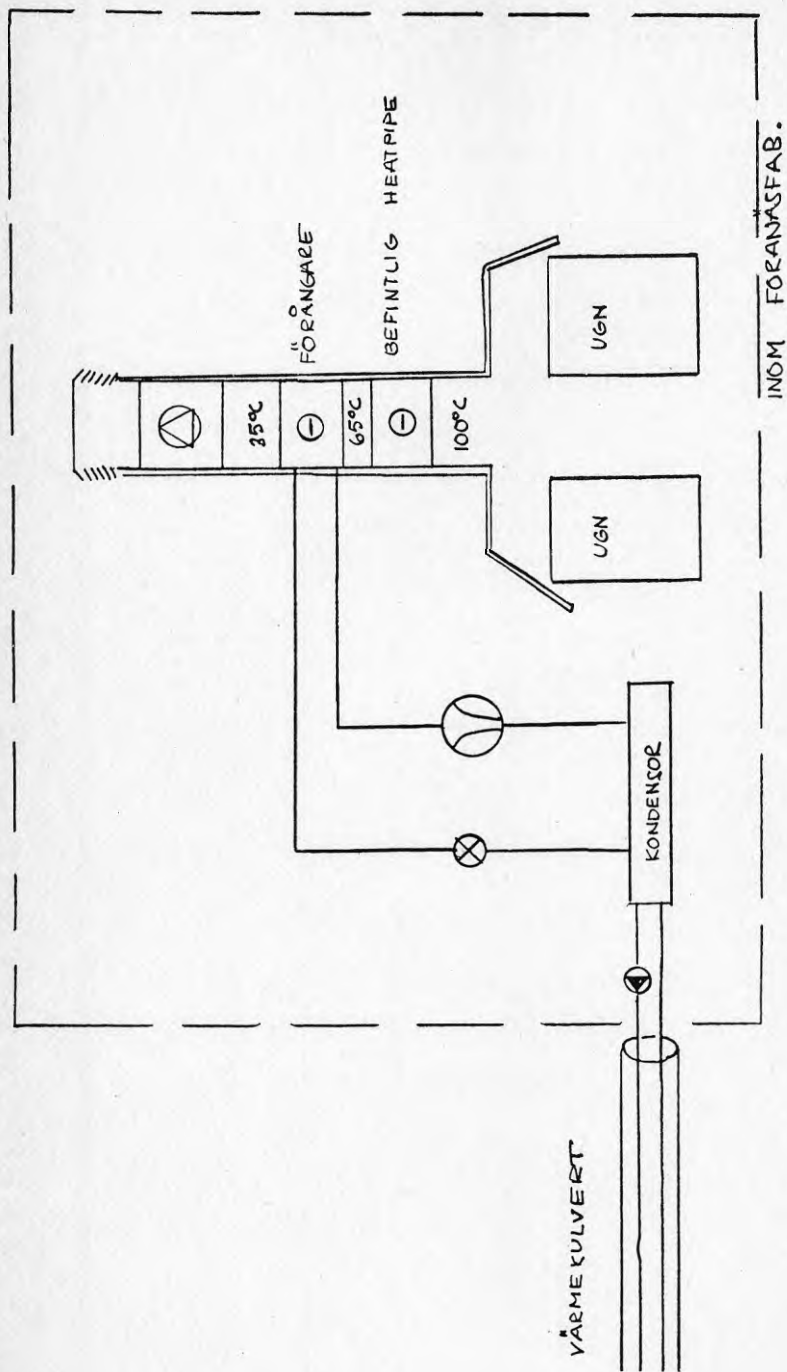


Fig 6:3

Alternativ III. Värme från Tarkett AB

6.4 Driftkostnadsjämförelse

Driftkostnaderna sammansätts av:

- energikostnader
- underhållskostnader

Driftkostnaderna beräknas nedan för fyra fall:

- 1) Befintlig energiåtgärdad värmeanläggning
- 2) Alternativ I
- 3) " II
- 4) " III

Som underlag för beräkningen används följande basdata:

-	totalt erforderlig värmemängd	3 550 MWh/år
-	avgiven värmeenergi från värmepump*)	2 800 "
-	tillsatsvärme el (tappvatten)	350 "
-	" olja *)	400 "
-	oljepris 1 089 kr/m ³ =>	15 öre/kWh
-	elpris	20,5"

*) Vid fulldrift

Förutom kompressorn kräver även pumparna en del elektrisk energi. För enkelhets skull tas ingen hänsyn till detta i denna jämförelse.

Underhållskostnaderna för värmepumpaggregatet är av storleksordningen 5 kkr per år. Underhållet i alt I och alt III är större än i alt II på grund av avloppsvärmeupptagarens komplexa uppbyggnad samt korrosionsproblem i rökgaserna.

Dessa kostnader antas här till för:

-	alt I, III	15 kkr/år
-	alt II	5 "

Inget underhåll antas för pannanläggningen då denna skall hållas i skick i alla fyra fallen.

Fall	Driftkostnad			Summa
	El	Olja	Underhåll	
1	-	532 kkr	-	532 kkr
2 (Alt I)	216 kkr	60 "	20 kkr	295 "
3 (Alt II)	24 "	60 "	10 "	311 "
4 (Alt III)	120 "	147"	20 "	287 "

Skillnaden i driftkostnad för värmepumpänläggning jämfört med konventionell oljeeldad anläggning är resp 237 kkr, 221 kkr och 245 kkr.

Minskningen i driftkostnadern motsvaras av högre kapitalkostnader. Med 10 % ränta och 15 års ekonomisk livslängd motsvarar skillnaden av nyinvestering av:

-	Alt I	ca 1,8 Mkr
-	Alt II	ca 1,7 "
-	Alt III	ca 1,9 "

Kostnaden för de ingående delarna kan mycket överslagsmässigt bestämmas till:

Värmepump (oavsett alternativ):	400 kkr
Värmekulvert (utomhusförlagd):	900 kr/m
(inomhusförlagd):	600 "
Markvärmeslinga: 17 500 m	200 kkr
Inkoppling i panncentral m m:	100 "
Elberedare:	100 "
Inbyggnad i Tarkettfabrik:	50 "
Byggnad alt I:	50 "
Spaltsil 0,5 mm spaltbredd, 1 250 l/min:	35 "
Övriga delar till avloppspumpstation:	50 "

Investeringskostnaden för resp alternativ blir:

Alt I

Värmepump	400 kkr
Värmekulvert (utomhus)	135 "
" (inomhus)	90 "
Inkoppling panncentral	100 "
Elberedare	100 "
Byggnad	50 "
Spaltsil	35 "
Övrigt	50 "
Summa	<hr/> 960 "

Alt II

Värmepump	400 kkr
Markvärmeslinga	200 "
Inkoppling panncentral:	100 "
Elberedare	100 "
Summa	<hr/> 800 "

Alt III

Värmepump	400 kkr
Värmekulvert (utomhus)	900 "
Inkoppling panncentral	100 "
Elberedare	100 "
Inbyggnad i Tarkett AB	50 "
Summa	<hr/> 1 550 "

Total årlig besparing jämfört med oljeeldad anläggning
blir för:

Alt I:	111	kk
Alt II:	116	"
Alt III:	42	"

Räknat med ränta 10 % och 15 års livslängd.

Slutsats:

Alternativ I och II är jämbördiga ur ekonomisk synpunkt.
Med hänsyn tagen till driftsäkerhet och erfarenhet av
anläggningar av dessa typer förordas därför Alternativ II.

SAMMANFATTNING

Möjligheterna att installera en värmepumpanläggning vid Ronneby Brunns konferenshotell har undersökts i denna utredning.

Hotellanläggningen är lämplig för värmepumpssuppvarmning bl a för att:

- befintligt radiatorsystem är överdimensionerat och därför kan fungera väl med lågtemperatursystem
- stor del av tilluftaggregaten skall bytas ut och kan därvid förses med värmebatterier för lågtempererat vatten till en ringa merkostnad
- planerad installation av komfortkylaggregat kan undvikas då värmepumpen samtidigt med värmeproduktionen kan användas som vattenkylare

Under förutsättning att i utredningen föreslagna åtgärder i anläggningen genomförs, detta innebär bl a komplettering av värmebatterier i tilluftaggregaten och inkoppling av elvarmvattenberedare efter befintlig beredare, kan en värmepump med 580 kW värmeeffekt och en högsta framledningstemperatur av +45°C svara för ca 75 % av panncentralens energibehov.

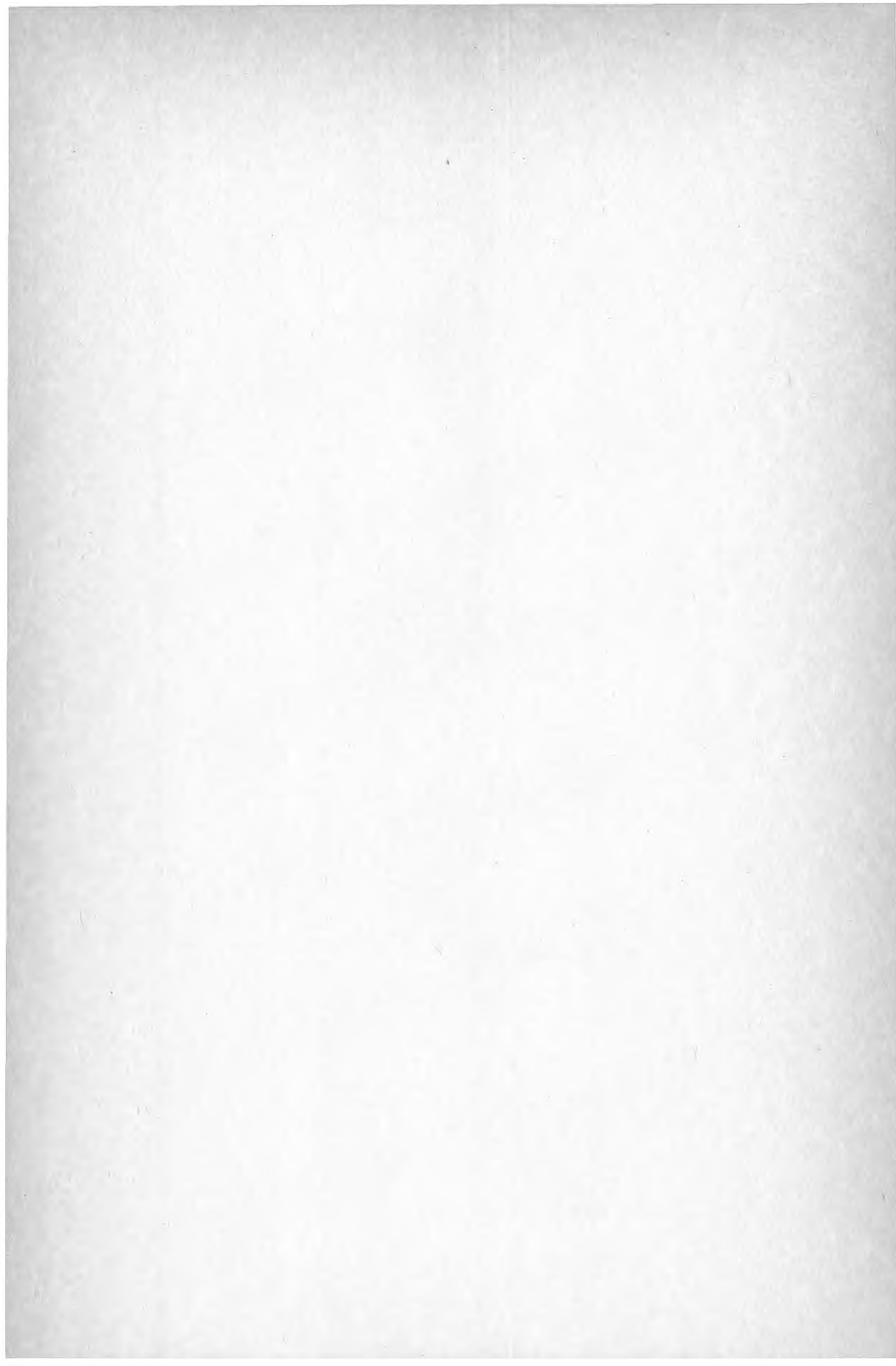
Tre typer av värmepumpanläggningar har närmare studerats:

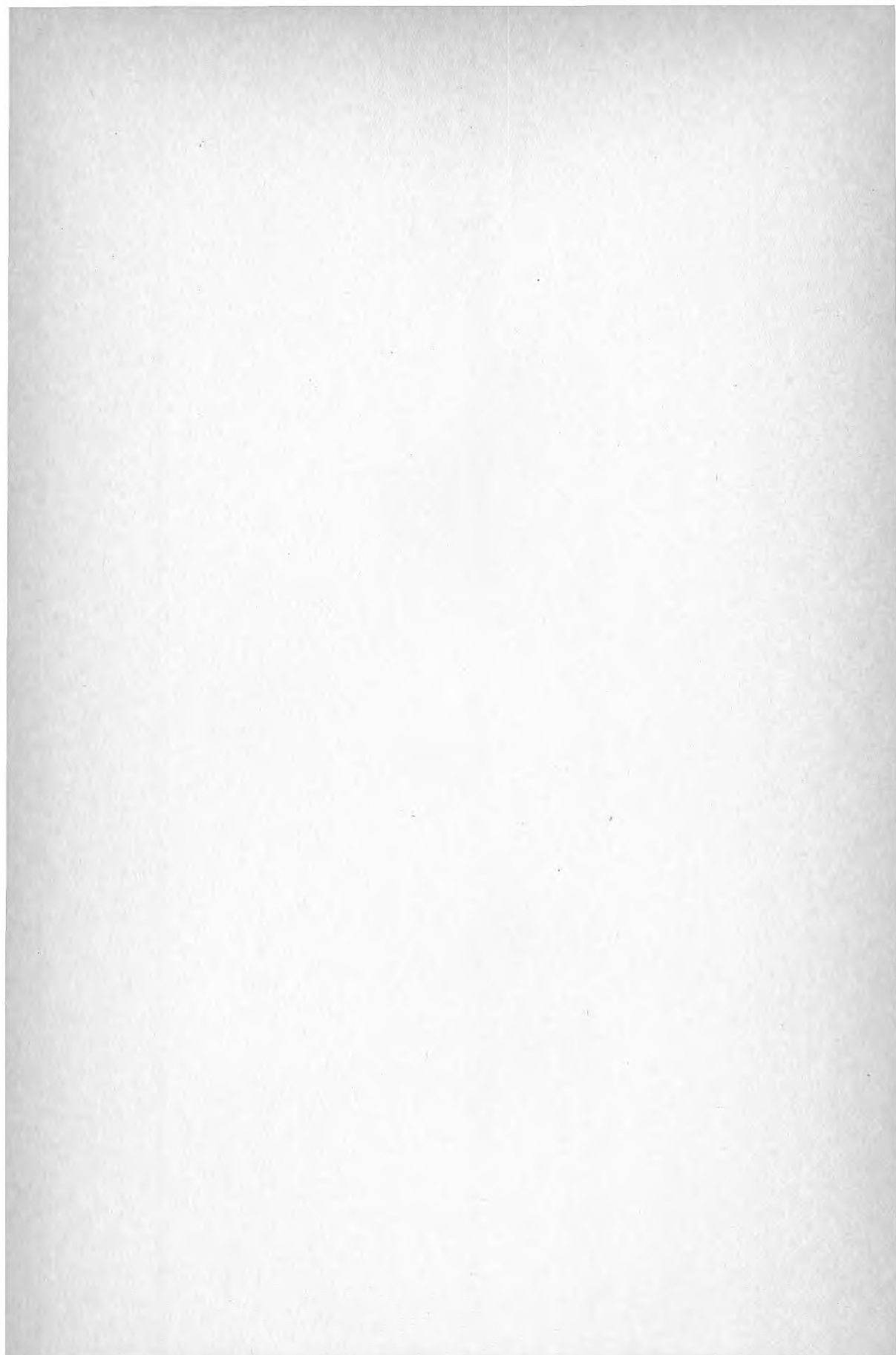
- Alt I Värmeupptagning ur avloppsvatten
- Alt II Värmeupptagning ur markytor runt hotellet
- Alt III Värme från Tarkett AB

Alt II förefaller mest gynnsamt ur både ekonomisk och teknisk synvinkel. Årlig kostnadsbesparing jämfört med konventionell oljeeldad anläggning uppgår vid alt II till ca 100 kkr.

Värmepumpen bör vara elmotordriven. Dieseldriven värmepump har uteslutits av två skäl:

- risk för bullerstörningar med vald placering av värmepump
- inget behov av högre framledningstemperatur än 45-50°C





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
790628-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till Ingenjörfirman Orrje & Co — Scandiaconsult,
Stockholm.**

R73: 1980

ISBN 91-540-3280-6

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700173

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 20 kr exkl moms