



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.



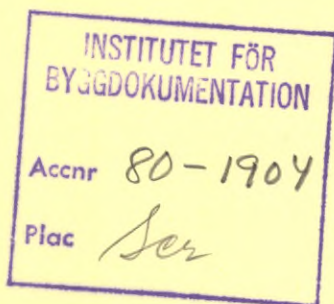
Rapport

R108:1980

Spillvärmeprojekt Perstorp

Projektering

**Bernt Bäckström
Sven-Göran Olson
Ulf Westberg**



U/W

Byggeforskningsrådet

R108:1980

SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP
Projektering

Bernt Bäckström
Sven-Göran Olson
Ulf Westberg

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
781113-1 från Statens råd för byggnadsforskning
till PR Processutveckling AB, Västra Frölunda.

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

R108:1980

ISBN 91-540-3324-1
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 056127

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5
1 ORIENTERING	7
2 SPILLVÄRMETILLGÅNG	7
3 KOMMUNENS VÄRMEPLAN	9
4 TEKNISK UTFORMNING	10
4.1 Huvudprinciper	10
4.2 Spillvärmesystemet	11
4.3 Värmepumpcentralen	14
4.4 Fjärrvärmesystemet	25
5 ANLÄGGNINGSKOSTNADER	26
5.1 Spillvärmesystemet	26
5.2 Värmepumpcentralen	28
5.3 Kompletterande installationer Perstorp AB	29
5.4 Fjärrvärmesystemet	30
5.5 Sammanställning	30
6 LÖNSAMHET	31
7 AVTALS- OCH TAXEFRÅGOR	36
8 SLUTORD	38
FIGUR 1 - 4	39
BILAGA 1: Spillvärmeinventering	
BILAGA 2: Flödesschema spillvärmesystem, ritn. 1-7905-01	
BILAGA 3: Situationsplan, ritn. 1-7905-02	
BILAGA 4: Ledningsprofil, ritn. 1-7905-03	
BILAGA 5: Ledningsförläggning, ritn. 1-7905-04	
* BILAGA 6: Formalinfabrik 1, Ledningsförläggning, ritn. 1-7905-05	
* BILAGA 7: Formalinfabrik 2, Ledningsförläggning, ritn. 1-7905-06	
* BILAGA 8: Formalinfabrik 3, Ledningsförläggning, ritn. 1-7905-07	
* BILAGA 9: Formalinfabrik 4, Ledningsförläggning, ritn. 1-7905-08	
BILAGA 10: Pumpstation, ritn. 1-7905-09	
* BILAGA 11: Administrativa föreskrifter och anbuds-PM	
* BILAGA 12: Kyl- och värmepumpanläggning	
* BILAGA 13: Värmeväxlaranläggning	
* BILAGA 14: Dieseldriven elkraftanläggning	
BILAGA 15: Flödesschema värmecentral	
BILAGA 16: Ritning värmecentral	
* BILAGA 17: Elschema	
* Ingår ej i R-rapport. Finns dock tillgängliga från Byggdok, Institutet för byggdokumentation, Hälsingegatan 49, 113 31 STOCKHOLM. Telefon 08-34 01 70.	



SAMMANFATTNING

Processindustrin Perstorp AB har stora kylbehov vid sina produktionsanläggningar i Perstorp. I en av Byggeforskningsrådet bekostad förstudie har under 1978 utretts de tekniska och ekonomiska möjligheterna att nyttiggöra de energimängder som idag bortföres med kylvattnet ut i Ybbarpsån eller till kyltorn genom att överföra dem till ett fjärrvärmenät i det närbelägna samhället.

Förstudien till projektet har publicerats i Byggeforskningsrådets rapport R 81:1978.

Spillvärmertilgången har inventerats för de fyra formalinfabrikerna, varvid enbart spillvärmekällor över 20°C undersökts. Härvid har framkommit att den tillgängliga spillvärmeeffekten är 2,7 MW.

Utbyggnaden av samhällets fjärrvärmesystem har startat med en första etapp på c:a 5 MW, som skall stå klart hösten 1980. Fullt utbyggt fjärrvärmenät skulle omfatta c:a 32 MW hösten 1988.

Spillvärmesystemet innefattar en värmepumpcentral placerad i utkanten av fabriksområdet, dit spillvärmen leds via en pumpstation. Fjärrvärmets överförs till samhällets fjärrvärmesystem via en 850 m lång kulvert. Dimensionerande temperaturer har valts till 95/65°C.

Värmepumparna är eldrivna, vilket ökar flexibiliteten. Värmepumpcentralen innehåller dock ett dieselgeneratoraggregat på c:a 1 MW.

För att täcka toppeffektbehoven installeras 2 st. ångvärmväxlare om 5 MW vardera. Dessa matas med ånga från Perstorp AB:s panncentral. Plats finns dessutom för installation av ytterligare 2 st. ångvärmväxlare.

Genom att infordra anbud på de olika anläggningsdelarna har en noggrann kalkyl upprättats. Totala investeringen blir 13,6 milj. kronor. Dieselgeneratoraggregatet har därvid medfört en merinvestering på 1,8 milj. kronor.

Jämfört med att investera i en oljeeldad hetvattencentral blir återbetalningstiden c:a 6 år. Spillvärmets värde blir 10 - 15 kr/MWh. (Kommunens betalning till Perstorp AB för spillvärmets).

Med ett investeringsbidrag på 3,2 milj. kronor ökar spillvärmets värde till 25 - 30 kr/MWh och återbetalningstiden sjunker till c:a 4 år.

Med gällande taxa för elkraft är det svårt att ekonomiskt motivera installation av ett litet dieselgeneratoraggregat baserat på lättoljedrift. Från elkraftproducentens sida kan det dock vara av intresse för att avlasta nätet vid höglasttider då produktionskostnaden är hög.

1. ORIENTERING

Processindustrin Perstorp AB har stora kylbehov vid sina produktionsanläggningar i Perstorp. I en av Byggeforskningsrådet bekostad förstudie har under 1978 utretts de tekniska och ekonomiska möjligheterna att nyttiggöra de energimängder som idag bortföres med kylvattnet ut i Ybbarpsån eller till kyltorn genom att överföra dem till ett fjärrvärmenät i det närliggande samhället.

Förstudien, som publicerats i Byggeforskningens rapport R81:1978 visade, att projektet vid dåvarande oljepris var lönsamt förutsatt att visst ekonomiskt stöd för experimentbyggnad kunde erhållas. När detta skrives (mars 1980) har oljepriset stigit till det dubbla.

Byggeforskningsrådet beviljade i januari 1979 medel till etapp II av ingenjörsarbetet (anslag nr 781113-1) som skulle omfatta projektering fram till erforderligt underlag för en tillförlitlig kostnadsberäkning och infördran av preliminära anbud för huvuddelarna av en anläggning med dieseldrivna värmepumpaggregat och tillhörande spillvärmesystem.

Förprojekteringen påbörjades omedelbart. Projektmöten har vid fyra tillfällen hållits varvid från värmeleverantören Perstorp AB:s sida Ingvar Borgström, Claes Sparre och Tomas Andersson har deltagit. Perstorps kommun har representerats av Thomas Hartwall. Under projektets gång har Perstorps Fjärrvärme AB bildats, i vilket kommunen och Sydkraft äger vardera hälften. Sydkraft har i diskussionerna representerats av Rune Eriksson och Roland Svensson.

2. SPILLVÄRMETILLGÅNG

Inom ramen för förstudien (etapp I) genomfördes en inventering av spillvärmekällorna med tanke på varaktig-

het, tillgänglighet och temperatur. Investeringen utfördes i form av intervjuer med driftspersonal. Några mätningar utfördes ej vid detta tillfälle. Vissa av de erhållna uppgifterna var baserade på tidigare mätningar.

Vid förnyade diskussioner med driftspersonal beslöts att två fabriker, TMP och PENTA, tills vidare kunde utgå som värmeproducenter, dels på grund av ojämna driftsförhållanden, dels på grund av förväntade svårigheter att för rimlig kostnad nyttiggöra värmen. Arbetet koncentrerades till de fyra formalinfabrikerna. Dessa fabriker är grunden för verksamheten vid Perstorp AB enligt nedanstående tillverkningskedja:

metanol ---> formalin ---> färdiga produkter

I samband med installation av flödesmätningstrustning vid formalinfabrikerna blev det möjligt att göra en noggrannare kartläggning av kylvattenflöden och temperaturer. Mätningarna genomfördes under mars månad 1979. Kylvattenflödet uppmättes till totalt $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$ vid blandningstemperaturen c:a 35°C (se bilaga 1). Perstorp AB bekräftade att resultatet var rimligt och att man kontinuerligt över året kan räkna med dessa värden för flöde och temperatur. Med en temperatursänkning av 10°C på spillvärmewattnet kan en effekt av c:a 3,5 MW tillvaratagas. Så sent som 1980-01-31 meddelades dock från Perstorp AB att tidigare flödesmätningar varit felaktiga och att spillvärmeeffekten vid 10°C temperatursänkning är 2,7 MW i st.f. tidigare påräknade 3,5 MW. Flödet har nu sänkts till $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$.

En av de fyra formalinfabrikerna är ombyggd. Kylvattentemperaturen efter denna uppmättes till c:a 40°C . Övriga tre fabriker skall byggas om varför man på sikt bör kunna räkna med flödet $0,06 \text{ m}^3/\text{s}$ och 40°C . Uttagbar möjliga spillvärmeeffekt skulle då bli c:a 3 MW.

Ovan angivna temperaturer förutsätter att en omkoppling av formalinreaktorernas kylslingor genomföres, så att endast sådana slingor där utloppstemperaturen överstiger 20°C utnyttjas i spillvärmeanläggningen.

3. KOMMUNENS VÄRMEPLAN

Oberoende av om spillvärmeprojektet realiseras eller ej har Perstorps Kommun beslutat införa fjärrvärme i centrala Perstorp. Ett bolag har bildats för detta ändamål, Perstorps Fjärrvärme AB, till lika delar ägt av kommunen och Sydkraft.

Effektbehovet för befintlig bebyggelse inklusive nu kända, tillkommande byggnader har beräknats till c:a 32 MW, (maximalt effektbehov = summa anslutningseffekt).

Utbyggnaden tänkes ske i 9 etapper enligt följande:
(Se även figur 1)

Etapp 1: 5 MW, klar hösten 1980. Värmelevererat från panna i kvarteret Fiskarna.

Etapp 2: 9 MW, klar hösten 1981. Utbyggnad mot bebyggelse vid torget.

Etapp 3: 11 MW, klar hösten 1982. Inkoppling till spillvärmesystemet och utbyggnad norr om fabriksområdet.

Etapp 4: 20 MW (1983)

Etapp 5: 22 MW (1984)

Etapp 6: 24 MW (1985)

Etapp 7: 27 MW (1986)

Etapp 8: 29 MW (1987)

Etapp 9: 32 MW (1988)

Varaktighetsdiagram för energibehovet framgår av figur 2.

4. TEKNISK UTFORMNING

4.1 Huvudprinciper

I BFR-rapport R81:1978 redovisas och kommenteras olika tekniska lösningar för att nyttiggöra spillvärmnet. Den fördelaktigaste lösningen ansågs vara att bygga en värmepumpcentral inom fabriksområdet och ansluta den till ett fjärrvärmnät med i stort sett konventionella temperaturer. Några skäl för att revidera denna uppfattning har ej framkommit under de diskussioner som förts med involverade parter.

Anläggningens principiella uppbyggnad framgår av figur 3. Kylvatten/spillvärme ledes från formalinbrukerna via en pumpstation till värmepumpcentralen som placerats i utkanten av fabriksområdet. (Se situationsplan, bilaga 3). Vattnet från Ybbarpsån, som flyter genom fabriksområdet användes som komplement och reserv för kylsystemet.

Genom värmepumpcentralens placering möjliggöres anslutning till Perstorp AB:s ångnät. Härigenom erhålles 100% reservkapacitet samtidigt som spetslastförsörjning kan åstadkommas. Befintliga pannanläggningar är anpassade till fasta bränslen, t.ex. kol eller avfall och utgör därmed krisbränslereserv. Värmepumpcentralens lokalisering har

varit föremål för speciellt studium. Sydkraft äger en tomt i kvarteret Dalian, som skulle kunna utnyttjas för detta ändamål. Denna lösning skulle kräva en längre spillvärmeledning men i gengäld kortare distributionsväg för fjärrvärmen. Möjligheten till reserv och spetslasttillskott från Perstorp AB gjorde emellertid att slutliga läget bestämdes till fabriksområdet.

Värmepumpcentralen uppbygges med eldrivna värmepumpar och dieseldriven elgenerator. Jämfört med direkt dieselmotordrivna värmepumpar uppnås härvid följande fördelar:

- dieselmotor och värmepump behöver ej arbeta med samma varvtal
- beprövad utrustning kan användas
- vid gynnsamma elpriser kan direkteldrift tillämpas
- dieselgeneratoren kan tidvis tjäna som mindre reservkraftverk för Perstorp AB

4.2 Spillvärmesystemet

4.2.1 Beskrivning

Kylvatten /spillvärmesystemet är uppbyggt enligt flödesschema, bilaga 2

Systemet är ett slutet vatten-system som har två uppgifter, dels att förse formalinfabrikerna med erforderlig kylning, dels att transportera den bortkylda värmen (spillvärmen) till värmepumpcentralen för vidare befordran till fjärrvärmesystemet.

Vid formalinfabrikerna anslutes de kylslingor för vilka utloppstemperaturen normalt överstiger +20°C. Vidare anslutes värmeväxlare formalin/vatten. Befintlig kylning med vatten från Ybbarpsån bibehålles för resterande kylslingor. Se Bilaga 6-9.

Från formalinfabrikerna ledes vattnet i 250 mm rörledningar, Bilaga 5, som följer befintlig rör-gata (luftledning), till en pumpstation, se Bilaga 10. Pumpstationen är placerad i uppvärmd byggnad och innehåller förutom framlednings- och returpump värmeväxlare kylvatten/åvatten samt slutet expansionskärl med tillhörande utrustning. Värmeväxlaren, som utgör en tung kostnadspost i kalkylen är ett krav från driftsledningen för att säkerställa kylning i det fall värmepumpanläggningen ej fungerar, eller om otillräcklig kylkapacitet av annat skäl ej erhålles. Vid för hög kylvattentemperatur till formalinfabrikerna startar åvattenpumpen P4 i vattenverket. Finreglering av temperaturen sker genom flödesreglering på åvattensidan med spjällreglerventil invid värmeväxlaren.

Av pumpstationens tre pumpar är två normalt i drift och den tredje reserv. Reserven kan ersätta vilken som helst av de båda övriga.

Expansionssystemet är slutet, eftersom stora marknivåskillnader ej möjliggör ett öppet system. Se ledningsprofil, Bilaga 4. Tryckhållning sker med

N₂-gas från tub. Nivåhållning sker med flottör-givare och påfyllningspump. Från pumpstationen ledes spillvärmevattnet vidare till värmepump-centralen genom rörledningar, delvis förlagda o-
van mark, delvis i kulvert. Om haveri på denna ledningssträcka skulle ske, eller om man av annan anledning vill stänga av den finns möjligheter att göra detta och samtidigt bibehålla kylfunk-
tionen till formalinfabrikerna. Förbikoppling sker härvid i pumpstation. (Bilaga 3, ventil V18).
Möjlighet finns även att kyla direkt med åvatten från pump P4 (V10, V11, V14, V20, V24 stängs och V25 öppnas)

4.2.2 Tekniska data

Spillvärmeeffekt vid $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$	2,7 MW
Flöde	0,06 m ³ /s
Temperatur före formalinfabrik	25 ^o C
Temperatur efter formalinfabrik	35 ^o C
Huvuddimension	DN 250
Beräkningstryck	0,6 MPag (6 bar ö)
Beräkningstemperatur	50 ^o C
Värmeväxlare VVX	flöde spillvärmevatten 0,04 m ³ /s
	temp.spillv. in 35 ^o C
	ut 27 ^o C
	flöde bäckvatten 0,04 m ³ /s
	temp.bäckvatten in 25 ^o C
	ut 33 ^o C
Effekt	1,4 MW

Cirkulationspumpar P1-P3	flöde	0,08 m ³ /s
	uppfordr.höjd	0,3 MPa
	motoreffekt	37 kW
Expansionskärl	volym	2,5 m ³
	beräkn.tryck	0,25 MPag(2,5 bar ö)
	arbetstryck	0,20 MPag(2,0 bar ö)
Rörledningar	material	SS-stål 1312-00
		SS-stål 1232-06
	diam x	
	godstjocklek	273x5,0
		219,1x4,5
		168,3x4,0
		60,3x2,9
	isolering	Serie 24
	täckplåt	0,7 mm Al-
		plåt

4.3 Värmepumpcentralen

4.3.1 Orientering

Den tekniska utrustningen i värmepumpcentralen omfattar följande huvuddelar, Bilaga 11 - 14

- 2 st elmotordrivna värmepumpaggregat med skruvkompressorer
- 1 st diesel- elgeneratoraggregat med värmeväxlare för nyttiggörande av värme i kylvatten och avgaser
- 2 st ångvärmda värmeväxlare för tillsats- och reserveffekt

Dessutom finns till varje huvuddel erforderlig

kringutrustning. Förutom oljetank och skorsten föreslås hela värmepumpcentralen bli inrymd i en gemensam byggnad, där också erforderligt personalutrymme för drift och underhållspersonal finns, Bilaga 16

Expansionskärl och cirkulationspumpar för fjärrvärmesystemet har av praktiska skäl förlagts till värmepumpcentralen.

4.3.2 Funktionssätt

Värmepumpcentralens funktionssätt är i korthet följande, Bilaga 15. Spillvärmebäraren, vatten med $+35^{\circ}\text{C}$, pumpas i rörledningar till värmepumpcentralen. Ledningen passerar genom centralen och övergår via en förbigångsledning i returledningen. Om ingen värmepump är i drift passerar således det 35 -gradiga vattnet okylt genom centralen och kylningen får ske i det åvattenkylda värmeväxlarna i pumphuset inom fabriksområdet.

När ett värmepumpaggregat tas i drift startas en cirkulationspump som driver ett konstant spillvärmebärarflöde genom värmepumpens förångare. Detta vattenflöde är så anpassat att vattentemperaturen sjunker från c:a $+35^{\circ}\text{C}$ till c:a $+25^{\circ}\text{C}$ vid passagen genom förångaren när aggregatet går med full kapacitet.

När värmepumpaggregatet går med nedreglerad kapacitet kommer spillvärmebäraren att lämna aggregatet med en högre temperatur än $+25^{\circ}\text{C}$. Ett delflö-

de av inkommande spillvärmebärare passerar då dieselaggregatet är i drift ev. genom en kylare för förbränningsluften efter kompressionen i den s.k. turboöverladdaren om sådan finns. Den härav förorsakade temperaturstegringen på hela det inkommande spillvärmebärarflödet är obetydligt eller max c:a $0,5^{\circ}\text{C}$.

Flödet i fjärrvärmenätet påverkas inte i värmepumpcentralen. Det inkommande fjärrvärmevattnet har en temperatur varierande mellan $+45$ och $+60^{\circ}\text{C}$ beroende på årstiden.

(Jmfr varaktighetsdiagram, fig. 2)

För varje värmepumpkondensator finns en cirkulationspump, som i drift driver ett konstant vattenflöde genom kondensorn.

Varje värmepumpaggregats kapacitet styrs så att det värmda vattnet då det lämnar kondensorn har den temperatur, som för tillfället önskas. Börvärdet är normalt c:a $+60^{\circ}\text{C}$ men kan i princip ändras beroende på utetemperaturen.

Om det konstanta värmebärarflödet genom en kondensator vid en viss belastning kommer att vara större än flödet i fjärrvärmenätet så kommer en del av flödet att återcirkuleras genom kondensorn d.v.s temperaturen på inkommande vatten kommer då att stiga. Eftersom flödet genom kondensorn och utgående temperaturen är konstanta så kommer värmepumpaggregatets kapacitet att automatiskt anpassas till det erforderliga behovet.

Om temperaturen på fjärrvärmevattnet efter ett värmepumpaggregat tenderar att sjunka under det önskade värdet trots att detta aggregat går med full kapacitet så startas automatiskt det andra värmepumpaggregatet och dess kapacitet anpassas automatiskt till behovet på samma sätt som ovan beskrivits.

När dieselmotorn är i drift pumpcirkuleras ett delflöde av fjärrvärmevattnet efter att först ha värmts i värmepumpaggregatets kondensorer genom motorkylare och avgaspanna. Nämnade delflöde styrs av temperaturen på vattnet efter motorn d.v.s. regleringen är sådan att motorns kylning tillgodoses med minsta möjliga kylvattenflöde d.v.s. så att utgående vattentemperatur hålls så hög som möjligt.

Fjärrvärmevattnet kan, efter att ha passerat kondensorer och ev. dieselmotor med tillhörande avgaspanna, strömma igenom två parallellkopplade värmväxlare. I dessa höjs fjärrvärmevattnets temperatur med hjälp av ånga till det värde som för tillfället erfordras som framledningstemperatur.

De ångvärmda växlarna är också så dimensionerade att de, om värmepumpaggregat och dieselmotor är ur drift, sammanlagt kan tillföra fjärrvärmevattnet en effekt på 10 MW vid temperaturerna 60/90°C.

Som tidigare nämnts kan ånga användas

- dels som tillsats vid höglast
- dels som reserv vid driftstopp på värmepumpar och/eller dieselaggregat.

4.3.3 Värmepumpaggregat

På basis av utarbetad "Material- och arbetsbeskrivning", Bilaga 12, med tillhörande principschema har preliminäranbud infordrats på elmotor-drivna skruvkompressor-aggregat av typen vattenkylaggregat med vattenkyld kondensor. För erbjuden utrustning gäller följande huvudsakliga data:

En anbudsgivare erbjuder 2 skruvkompressoraggregat för vilka uppges vid driftsförhållandena +20/+65°C

Kyleffekt	1580 kW
Kondensoreffekt	1934 kW
Driveffekt	380 kW (motoraxeln)
Eleffektbehov	420 kW
Värmefaktor	4,6

Vid angivna data gäller att

- spillvärmevatten kyls från +35 till +26°C
- värmebäraren (fjärrvärmevatten värms från +50 till +60°C

Kapaciteten överstiger den begärda (1,75 MW) med c:a 10%.

En annan anbudsgivare erbjuder aggregat med följande data vid +19/+67°C

Kyleffekt	1420 kW
Värmeeffekt	1790 kW
Driveffekt	381 kW
Eleffektbehov	410 kW
Värmefaktor	4,37

Kapaciteten ligger här mycket nära den begärda (1750 kW). Avvikelse är endast c:a 2%.

Värmefaktorerna, som uppgivits ovan, 4,6 resp. 4,37, gäller vid nominella driftsförhållanden.

Skillnaden mellan 4,6 och 4,37, d.v.s. det förstnämnda värdet är c:a 5 % större, torde huvudsakligen bero på de något "sämre" driftsförhållandena i det andra fallet. Carnotska värmefaktorn är för dessa förhållanden 7,5 resp. 7,1 och skillnaden mellan dessa värden är också c:a 5%. Skillnaden i värmefaktor kan därvid anses förklarad.

Den carnotska verkningsgraden är i bägge fallen c:a 62% och högre värde kan knappast förväntas.

För att ge en viss uppfattning om värmefaktorns betydelse kan följande ekonomiska överslag göras.

Antas att ett värmepumpaggregat går med full effekt, säg 1800 kW värme, under 4.000 h/år så blir drivenergin

med värmefaktor 4,60 = 1.565 MWh

med värmefaktor 4,37 = 1.648 MWh

Skillnaden i energiförbrukning är således c:a 80 MWh (el) som med priset 200 kr/MWh kostar 16.000 kr/år.

Den högre värmefaktorn skulle kunna motivera en ökad investering med storleksordningen 100 å 150.000 kr för två aggregat. Beloppet är givetvis helt beroende av vilka värden som antas för kWh-pris, ränta, avskrivningstid etc.

Som ovan nämnts har ide olika anbuden erbjudits något olika aggregatstorlekar. Om hänsyn härtill tas

genom att priset beräknas som specifik kostnad, d.v.s. exempelvis kr per kW värme, så erhålles följande:

- Alt. 1 Värmeeffekt 2 x 1934 kW
 Värmefaktor 4,6
 Specifik anl.kostn. 440 kr/kW värme
- Alt. 2 Värmeeffekt 2 x 1790 kW
 Värmefaktor 4,37
 Specifik anl.kostn. 400 kr/kW värme

De två alternativen är i stort sett likvärdiga. För att träffa ett slutgiltigt val, vilket inte är målsättningen vid denna genomgång, krävs givetvis diskussion av en hel del detaljfrågor.

Föreliggande anbud på värmepumpaggregat kan dock redan nu anses vara så fullständiga att huvudsakliga tekniska data och priser är tillförlitliga.

4.3.4 Dieseldriven elkraftanläggning

Elkraft för värmepumpdriften skall enligt de ursprungliga planerna för denna anläggning alternativt kunna erhållas från ett dieseldrivet elgeneratoraggregat. Preliminärt anbud på denna anläggningsdel har infordrats med en funktionsbeskrivning som förfrågningsunderlag, Bilaga 14,17.

Ifrågavarande anläggningsdel omfattar i stort driftsfärdig anläggning bestående av:

- dieselmotor med erforderlig tillbehörs-
utrustning för automatisk start, dagolje-
tank etc.
- avgaspanna och rökrör med ljuddämpare
- elgenerator
- kontrollutrustning och ställverk inkl.
utrustning för automatisk och manuell in-
fasning.

Ett flertal fabrikat av såväl motor som gene-
rator har erbjudits. En mängd utförandedetaljer
varierar men 3 huvudalternativ har föreslagits
nämligen med varvtalen 750, 1000 och 1500 r/min.

Avgiven eleffekt är 1,0 - 1,1 MW. Genomsnitt-
ligt kan vid full drift värmeeffekten c:a 1,3 MW
påräknas från motor och avgaspanna.

Systemutformning och tekniska detaljer är i många
avseende olika för de olika fabrikaten. Även le-
veransbestämmelserna är något olika och detta kan
givetvis något påverka ett verkligt slutpris.

Priset för ett driftsfärdigt dieselgenerator-
aggregat varierar i huvudsak med varvtalet. Föl-
jande genomsnittsvärden kan anges

Varvtal r/min	Pris kkr
750	2.400
1000	2.100
1500	1.800

Dessa priser kan också ungefärligen anses gälla per MW avgiven eleffekt.

Med 2 st. värmepumpaggregat enligt ovan med en sammanlagd kondensoreffekt på nominellt 3,5 MW och en värmeeffekt från motorkylning och avgaser på 1,3 MW blir således den sammanlagda värmeeffekten 4,8 MW.

Sammanlagda specifika priset för värmepumpanläggning med dieselelektrisk drift blir per effektenhet - räknat på totala värmeeffekten 4,8 MW - följande:

Varvtal	Värmepump	Diesel-el	Maskinutrust. totalt
r/min	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh
750	360	500	860
1000	360	440	800
1500	360	375	735

Värmefaktorn räknad som förhållandet mellan kondensorvärme och tillförd eleffekt är i detta fall vid fullast c:a 4,5.

För diesel-el-aggregat med varvtalet 750 r/min uppges bränsleförbrukningen till 0,216 kg E01 per kWh el. Med de förhållanden som i övrigt gäller här blir bränsleförbrukningen 0,035 kg E01 per kWh värme totalt.

Med densiteten $0,84 \text{ kg/m}^3$ och oljepriset (E01) 1250 kr/m^3 blir således bränslekostnaden c:a 5 öre/kWhv. För den högvarvigare motorn, 1500 r/min uppges något högre bränsleförbrukning och bränslekostnaden stiger till c:a 5,7 öre/kWhv.

Ovan angivna värden gäller vid fullastdrift. Vid dellast kommer effektiviteten att sjunka något huvudsakligen beroende på att kompressorernas verkningsgrad sjunker. Bränslekostnaden per energienhet blir då något högre.

4.3.5 Värmeväxlare

På förstudiestadiet ingick oljeeldad hetvattenpanna i projektet. Pannan skulle täcka toppeffektbehovet och samtidigt utgöra haverireserv för värmepumpanläggningen.

Under den nu genomförda förprojekteringen har det framkommit att ovannämnda effektbehov istället kan täckas med ånga från Perstorp AB:s kraftcentral. Tillräcklig ångpannekapacitet finns tillgänglig och centralen eldas i stor utsträckning med fasta bränslen såsom internt industriavfall och kol.

Den tidigare planerade värmepannan har således bytts ut mot 2 st. värmeväxlare med en effekt på sammanlagt $2 \times 5 = 10$ MW.

En komplett värmeväxlareanläggning omfattande i huvudsak

- 2 st. tubväxlare
- tank och pumpar för kondensat
- styrutrustning
- isolering
- montage

kostar enligt lägsta anbud c:a 260.000:--. Den

specifika anläggningskostnaden, 26:-kr/kW, är jämförd med kostnaden för andra anordningar i sammanhanget mycket låg. Förutsatt att ångan alstras med fasta bränslen och kan levereras till värmepumpcentralen till acceptabelt pris så bör ökade effekt- och energibehov givetvis i första hand tillgodoses med ånga via värmewäxlare.

I den preliminärt planerade byggnaden finns utrymme för ytterligare 2 växlarenheter om minst 2 x 5 MW. Detta innebär att en maxeffekt på 18-20 MW kan tillgodoses på följande sätt.

Alt.1

3 ångväxlare	3 x 5 =	15	MW
(1 enhet i reserv)			
+ värmepump	=	<u>3,5</u>	MW
		18,5	MW

Alt.2

3 ångväxlare	3 x 5 =	15	MW
+ värmepump + diesel	=	<u>4,8</u>	MW
		19,8	MW

Alt.3

4 ångväxlare	4 x 5 =	20	MW
--------------	---------	----	----

Principen med reserv för största driftsenhet har följts i sammanställningen ovan.

4.4 Fjärrvärmesystemet

4.4.1 Beskrivning

Fjärrvärmesystemet dimensioneras för en högsta framledningstemperatur av 95°C och en temperaturdifferens av 30°C , baserat på en dimensionerande utetemperatur av -16°C . Framledningstemperaturen sänkes linjärt vid ökande utetemperatur och sättes vid utetemperatur $+2^{\circ}\text{C}$ och högre till $+60^{\circ}\text{C}$.

För att kunna utnyttja spillvärmen från Perstorp AB erfordras en distributionsledning för fjärrvärmen från värmepumpcentralen vid fabriksområdet till anslutningspunkt för fjärrvärmenätet, se Bilaga 2 i Rapport R81:1978. För en värmeeffekt lika med spillvärmeanläggningens uteffekt, c:a 3,5 MW krävs en ledningsdiameter = 150 mm. Den ekonomiska kalkylen måste sålunda belastas med en sådan ledning.

För att kunna utnyttja Perstorp AB:s värmecentral som reserv för kommunens fjärrvärmenät är det emellertid lämpligt att diametern utökas till 300 mm så att i framtiden åtminstone 20-25 MW värme kan distribueras. Värmepumpanläggningen förses dessutom redan från starten med ång-värmeväxlare för spetslast-tillskott vilket medger en totalt uttagen effekt från vp-centralen av c:a 15 MW värme.

I värmepumpcentralen inryms ett expansions- och tryckhållningssystem för fjärrvärmenätet.

vid lämpliga stopp och annat underhållsarbete.

Förberedelse för montaget på rörbryggor från fabrik till pumpplatta, t.ex. demontage och flyttning av 2 st. metanolledningar (∅ 50) handhas också av Perstorp AB. Däremot ingår återmontage av denna ledning.

Med ledning av ovanstående uppgifter kan följande kalkyl göras upp med prisläge vid årsskiftet 1979/80.

	<u>kkkr</u>
Rörstöd + kulvert	1500
Pumphus	<u>200</u>
	1700
Pumpar, värmeväxlare, armatur, processrörledningar mm	2135
El + instrument	145
Detaljprojektering, byggadm. och kontroll	220
Oförutsett	<u>300</u>
Totalt	4500

I posten "El + instrument" ingår startutrustning för pumphus och vattenverk samt en regler- och övervakningscentral för spillvärmesystemet.

Perstorp AB kan här erhålla signaler för fel i värmepumpcentralen eller i spillvärmesystemet så att åtgärder snabbt kan vidtagas för att säkerställa kylningen till fabrikerna.

5.2 Värmepumpcentralen

Med ledning av preliminära anbud och kostnadsberäkningar kan följande anläggningskostnader anges för värmepumpcentralen. Angivna priser gäller exklusive mervärdesskatt och prisläget vid årsskiftet 1979/80.

Anläggningsdel	Anläggningskostnader
	<u>kkkr</u>
Byggnad	650
Ventilation	190
Sanitet o. VA	60
El, belysning mm	<u>110</u>
Byggnad med allm.installationer <u>totalt</u>	<u>1010</u>
Värmepumpanläggning	1500
Dieselanläggning	1800-2400
Värmeväxlareanläggning	260
Processrörledningar, armatur, värmemängdsmätare oljetank mm	<u>350</u>
Processinstallationer totalt	<u>3910-4510</u>
Oförutsedda anläggningskostnader	300
Detaljprojektering, byggadm. och kontroll	<u>600</u>
Total anläggningskostnad för värmepump- central med installationer	<u><u>6420-7020</u></u>

Den angivna variationen i totala kostnaden härrör från dieselmotorn vars pris varierar med varvtalet. Prisskillnaden är \pm 300 kkr

Specifika anläggningskostnaden totalt inkl. ångvärmväxlare räknat på en kapacitet på c:a 10 MW värme blir 640-700 kr/kWv. För utbyggd anläggning inkl. 4 st. växlare räknat på 18,5 MW gäller 360-390 kr/kWv.

Om dieselaggregat skulle utgå och värmepumpcentralen utrustas med enbart elmotordrivna värmepumpaggregat och värmväxlare för ånga/hetvatten så påverkas kostnaderna för byggnad, ventilationsanläggning och i någon mån för elinstallationerna. Kostnaderna för diesel-el-aggregatet med tillhörande elutrustning utgår men viss annan elutrustning tillkommer.

Kostnaderna för nämnda utförande har inte beräknats men kan med ledning av den ovan redovisade kalkylsammanställningen och en uppskattning av ändringarna antas bli totalt c:a 4.600 kkr.

5.3 Kompletterande installationer av Perstorp AB

Efter diskussion med Perstorp AB har följande kalkyl gjorts upp över de kostnader som Perstorp AB drar på sig.

	<u>kk</u>
Processändring	250
Ångledning till värmepumpcentral	50
Projektering och kontroll	<u>50</u>
	350

5.4 Fjärrvärmesystem

Utgående fjärrvärmeledning från värmepumpcentralen skall anslutas till kommunens nät i samma punkt som redovisats i förprojekteringen, Rapport R81:1978, Bilaga 2. Ledningen förlägges i PEH-kulvert och beräknas bli c:a 850 m lång.

Ledningskostnaden för 2 x DN150 beräknas till 730000 kr inklusive nedläggning av nödvändiga friktionsstöd eller dylikt. Till detta kommer schaktning, grävning och återställande. Denna kostnad beror dock av hur man kan göra vägundergångarna. En grov uppskattning är c:a 1,4 milj.kronor. Projektering och kontroll uppgår till 170000 kr. Detta ger totalt 2,300000 kr, vilken summa alltså belastar projektet.

Den verkliga ledningen blir dock DN 300 vilket ger en merkostnad av 300000 kr. Totala kostnaden för en DN 300-ledning blir således c:a 2,500000 kr.

5.5 Sammanställning

Med ledning av ovanstående kan följande alternativa sammanställning göras, där Alt.1 inkluderar ett dieselgeneratoraggregat på 1000 kW/1500 rpm. Alt.2 saknar detta och värmepumparna drivs helt med elkraft utifrån.

	Alt.1	Alt.2
	<u>kk</u>	<u>kr</u>
Spillvärmesystem	4500	4500
Värmepumpcentral	6450	4600
Kostnader Perstorp AB	350	350
Fjärrvärmeledning	2300	2300
PEH-kulvert 2 x DN150		
Summa	13600	11750
Fjärrvärmeledning	+300	+300
PEH-kulvert 2 x DN300		
Summa	13900	12050

6. LÖNSAMHET

6.1 Inledning

För att bedömma lönsamheten har en jämförelse gjorts mellan följande alternativ

1. Hetvattencentral - olja
2. Hetvattencentral - kol
3. Spillvärme med värmepump men utan dieselgenerator.

Avslutningsvis studeras hur ett dieselgeneratoraggregat påverkar kalkylen.

6.2 Energiomsättning

Som utgångspunkt har valts en varaktighetskurva enligt Figur 3.2 samt en utbyggnadstakt enligt

Avsnitt 3. Detta skulle då ge följande energiomsättning

År	Etapp	Ansl. eff. MW	Energi				Elförbr.
			Spillv. (3,5 MWh)	Ånga (2x5 MWh)	Topp- effekt MWh	Totalt MWh	Värmep. MWh $\phi = 4.4$
83	3	11	20140	2780	0	22920	4580
84	4	20	25050	16240	430	41720	5690
85	5	22	25800	19460	630	45890	5860
86	6	24	26430	22850	780	50060	6010
87	7	27	27300	28220	800	56320	6200
88	8	29	27880	31470	1140	60490	6336
89	9	32	28260	36640	1850	66750	6420

6.3 Övriga förutsättningar

6.3.1 Hetvattencentral-olja

Effekt	13,5 MW
Investering	3,375000 kr (ex.anslutn.kostn)
Verkningsgrad	85%
Oljekostnad	100 kr/MWh (värme) (Eo5 à 850 kr/m ³)
Drift och uh	1000000 kr/år
Elförbrukning	400 MWh à 200 kr = 80000 kr.

6.3.2 Hetvattencentral - kol

En koleldad hetvattencentral placeras lämpligen på Perstorp AB:s industriområde då kolhanteringen där

redan är etablerad. Här ingår således även kostnad för fjärrvärmekulvert (2,300000 kr)

Investering	7,000000 kr
Kolkostnad	75 kr/MWh (värme)
Drift och uh	200000 kr/år
Elförbrukning	80000 kr/år

6.3.3 Spillvärme

Investering	Enl. 5.5 (11,750000 kr)
Ånga	75 kr/MWh (värme) alt. 90 kr/MWh (värme)
Elenergi, fast	325000 kr/år
avgift	93 kr/MWh
Drift och uh	340000 kr/år
Pumpdrift	57000 kr/år (610 MWh)

6.3.4 Beredskapslager

Hetvattencentral	3000 m ³
Spillvärme	1500 m ³
Investering	120 kr/m ³
Drift och uh	4 kr/m ³ , år

6.4 Resultat

I Figur 4 redovisas ackumulerade nuvärdeskostnaden för de tre alternativen under den närmaste 10-årsperioden. Kalkylräntan har här satts till 10% och någon realprishöjning på olja (kol) har inte förutsatts. Med dessa förutsättningar blir återbetalningstiden c:a 6 år för spillvärmeprojektet.

Förutsätter man en realprishöjning på olja (kol) med 5%, sjunker återbetalningstiden till 4,5 år.

Om dessutom olja stiger ytterligare 5% snabbare minskar återbetalningstiden jämfört med en oljeeldad hetvattencentral till 3,5 år.

Jämförelsen spillvärme - hetvattencentral kan också illustreras med följande exempel för ett medelår (1986).

	Spillv.	HVC olja	HVC kol
Oljekostnad, kkr	----	5006	----
Kolkostnad, kkr	1714	----	3696
Elkostnad, kkr	884	----	----
Drift och uh, kkr	397	180	280
Beredskapslager, kkr	6	12	12
	<hr/>		
Summa	3001	5198	3988
Diff.	----	+2197	+987
Investering	11350	3735	7360
Diff.	----	-7615	-3990
<u>Pay-off tid</u>	----	<u>3,5 år</u>	<u>4 år</u>

Spillvärmeprojektet har således en pay-off tid på 3,5-4,0 år beroende på om man jämför med en olje- eller koleldad hetvattencentral.

Ovanstående bedömning baseras på ett pris för produktion av ånga av 75 kr/MWh(v). Om denna kostnad i stället är 90 kr/MWh(v) stiger återbelastningstiden i kolalternativet till 12 år.

Med 5% årlig realprishöjning på kolet blir åter-

betalningstiden c:a 6 år.

Ovanstående kalkyl har gjorts med förutsättningen att värmepumparna är eldrivna.

Installeras dieselgenerator ökar investeringen med 1,820000 kr. Med 10 års avskrivningstid och 10% ränta samt 2000 timmars drifttid (1600MWh) blir fasta kostnaden 296200 kr/år eller 185 kr/MWh.

En driftskostnadskalkyl skulle se ut enligt följande under förutsättningen att bränsleförbrukningen är 0,216 kg/kWhe samt att 1 kWhe ger 1,25 kWh (värme). Värmet värderas till 90 kr/MWh (ånga från kol).

	öre/kWh
Bränslekostnad	32,1
Värmeproduktion	<u>-11,3</u>
Driftkostnad	20,8

Denna kostnad överstiger således avsevärt det pris man betalar för köpt el (c:a 9,3 öre/kWh). Ställs däremot priset mot marginalkostnaden för elproduktionen vid varje enskilt tillfälle kan bilden bli en annan om produktionen då ersätter t.ex. gasturbin (50-60 öre/kWh) eller oljekondens (20-30 öre/kWh).

7. AVTALS- OCH TAXEFRÅGOR

Ett förslag till spillvärmeavtal har utarbetats av Statens Industriverk (SIND). Detta avtal går ut på att jämföra aktuella kostnader med kostnader för alternativ fjärrvärmeleverans. Den eventuella vinst som därvid uppkommer delas lika av leverantör och mottagare av värme.

I detta aktuella projekt är det lämpligt att som alternativ fjärrvärmeproduktion välja en koleldad hetvattencentral placerad på Perstorp AB:s område.

Baserat på ovanstående lönsamhetsbedömning blir med 10% ränta och 20 års avskrivningstid ackumulerade nuvärdet av kostnaderna 44,5 milj.kronor.

Kapitaliserat till en årlig annuitet blir detta 5,2 milj.kronor per år. Dessa kostnader fördelar sig enligt följande.

Kapital	0,86
Drift och underhåll	0,28
Kolkostnad	4,03 (75 kr/MWhv)
Beredskapslagring	<u>0.05</u>
	5,22 milj.kr.

I detta aktuella projekt förutsättes en avskrivningstid av 10 år. Kapitalisering av ackumulerade nuvärdet till årliga annuiteter ger följande uppställning

	<u>PAB</u>	<u>PFAB</u>
Kapitalkostnad	0,09	1,79
Drift och uh	--	0,40
Kostnad för ånga	1,79	--
Kostnad för el	--	0,87
Beredskapslagring	0,01	--
Summa	<u>1,89</u>	<u>3,06</u>

Projektets totala vinst blir således 270000 kr vilken delas lika mellan parterna.

Perstorp Fjärrvärme AB betalar således följande til PAB:

Kostnad för värmeprod.	5,22
PFAB:s andel av vinst	-0,135
PFAB:s kostnad	-3,06
	<u>2,025</u>
Årsavgift	-1,790
	<u>0,235</u>
Spillvärmvärde	0,235

Räknat på levererat spillvärme blir värdet 235000 kr eller för 1983 15 kr/MWhv och för 1989 11 kr/MWhv.

Om projektet subventioneras med 35% statliga bidrag på spillvärme-värmepumpinstallationen (35% av c:a 9 milj. kr = 3,2 milj.kr) ökar projektets vinst med 0,520 milj.kr till 0,790 milj.kr. Spillvärmvärdet ökar då till 495000 kr eller till följande specifika värden.

År	öre/kWh (värme)
1983	3,2
1989	2,3

8. SLUTORD

Den genomförda förprojekteringen visar att totalinvesteringen för spillvärmeprojektet med värmepumpcentral på 3,5 MWv och ångvärmväxlare på 10 MWv är 11,8 milj.kr. Installeras dessutom ett dieselgeneratoraggregat blir investeringen 13,6 milj.kr.

Med ett ekonomiskt statsbidrag till grundinvesteringen på c:a 3,2 milj.kr ger projektet en för båda parter tillfredsställande lönsamhet med en återbetalningstid under 5 år.

SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP

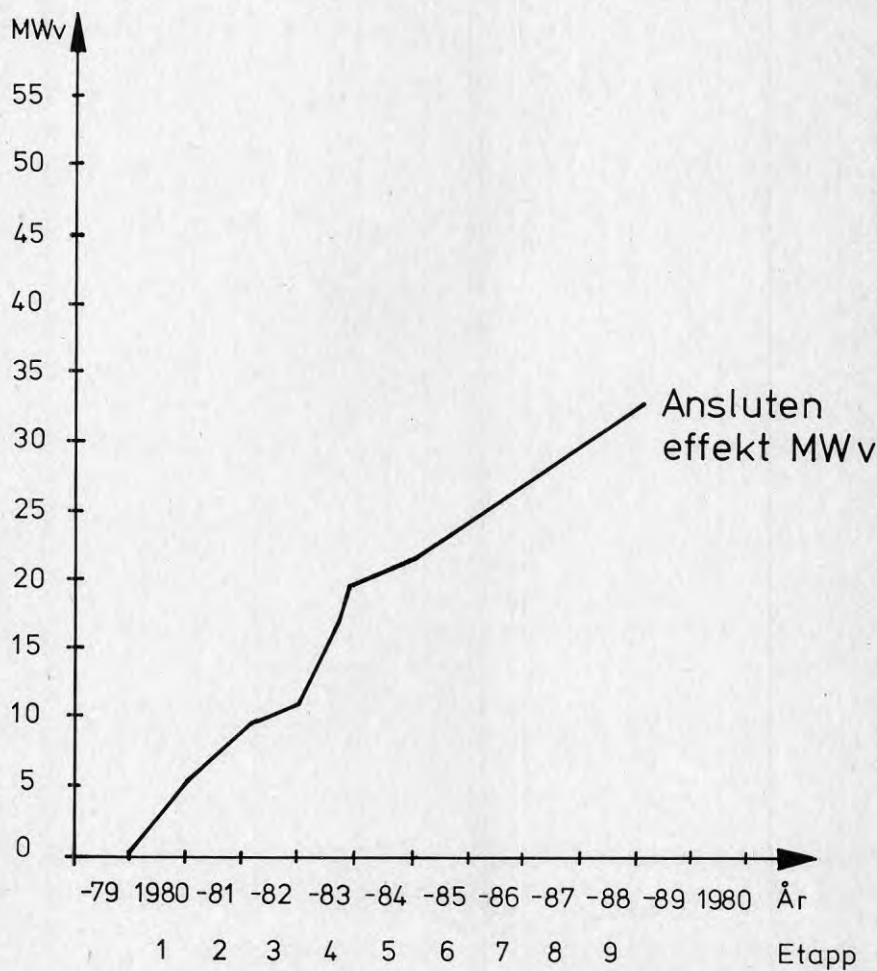


Fig.1

Fjärrvärme i Perstorp

Investeringsbehov och ansluten effekt

SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP

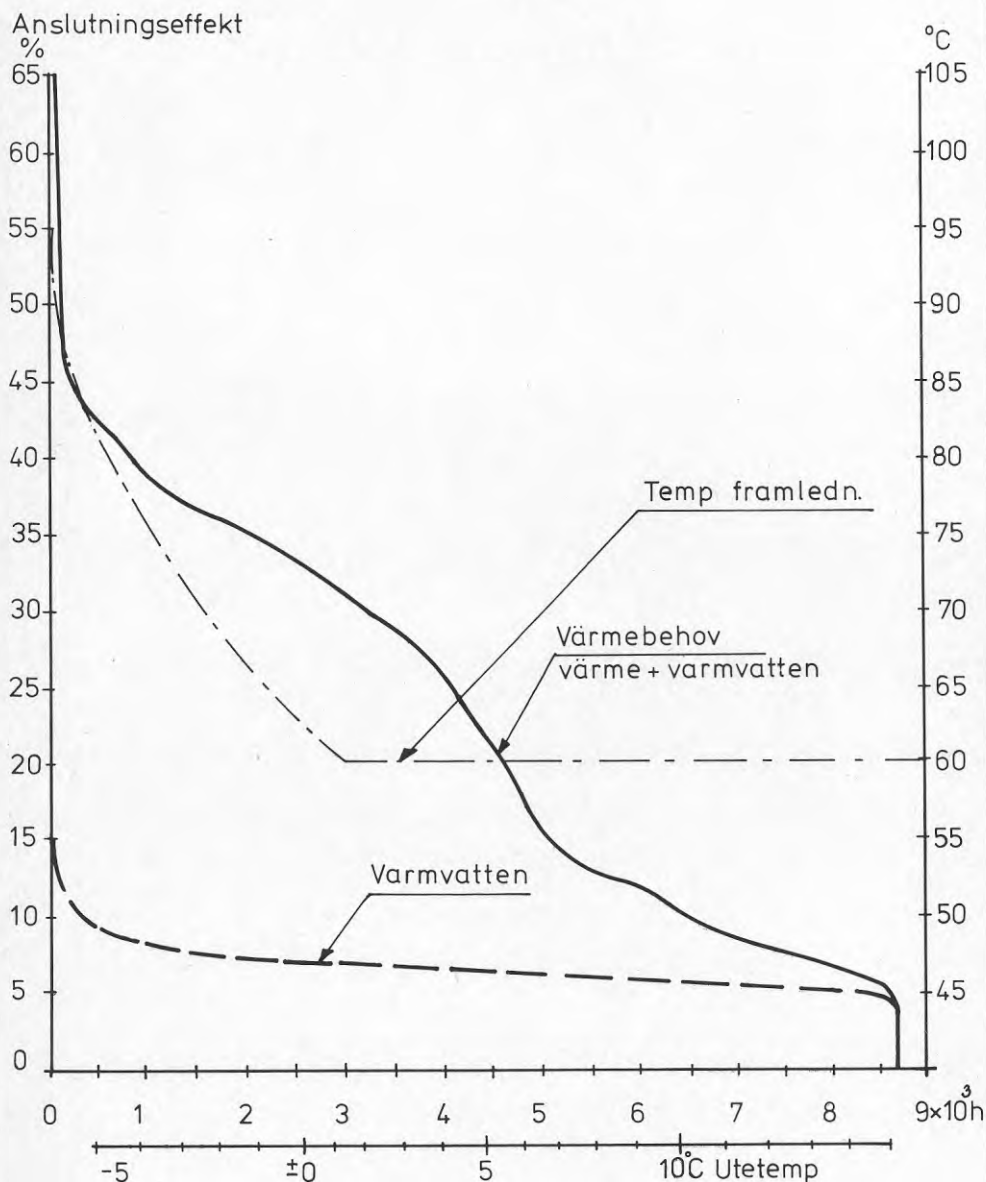
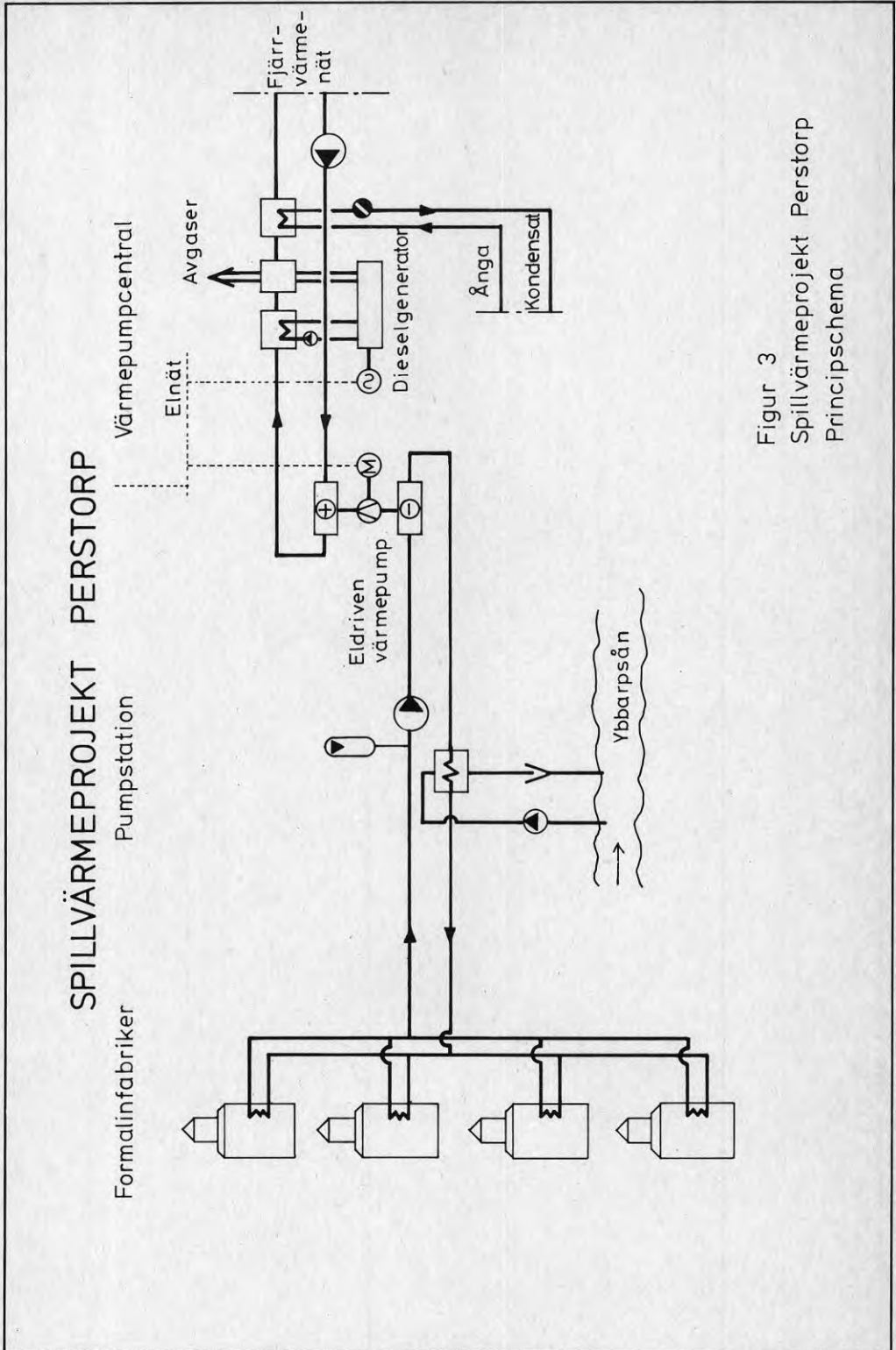


FIG 2 VARAKTIGHETSDIAGRAM FÖR EFFEKT OCH VÄRMEBÄRARETEMPERATUR
FULLEFFEKT DRIFTTID: 2000 h/år



Figur 3
Spillvärmeprojekt Perstorp
Principschema

Ack. nuvärde
Milj. kr

SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP

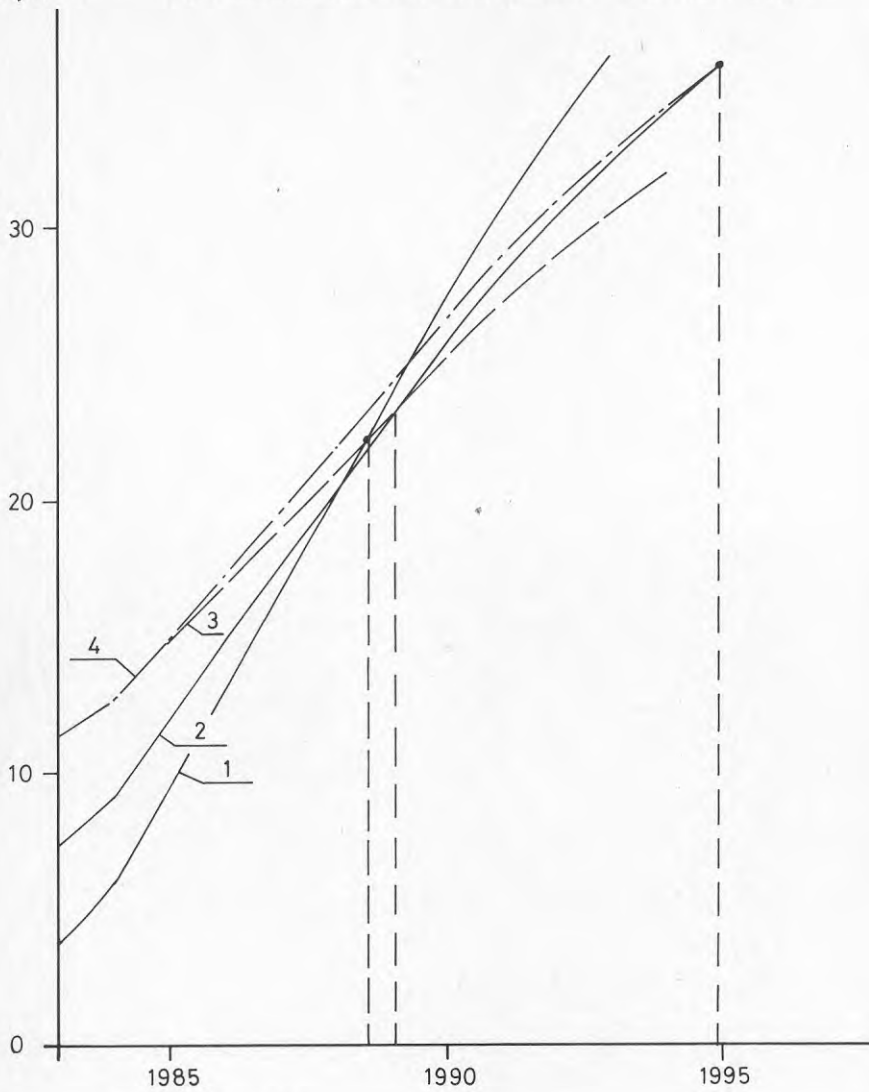


Fig 4. Lönsamhetsbedömning med kalkylränta 10 %

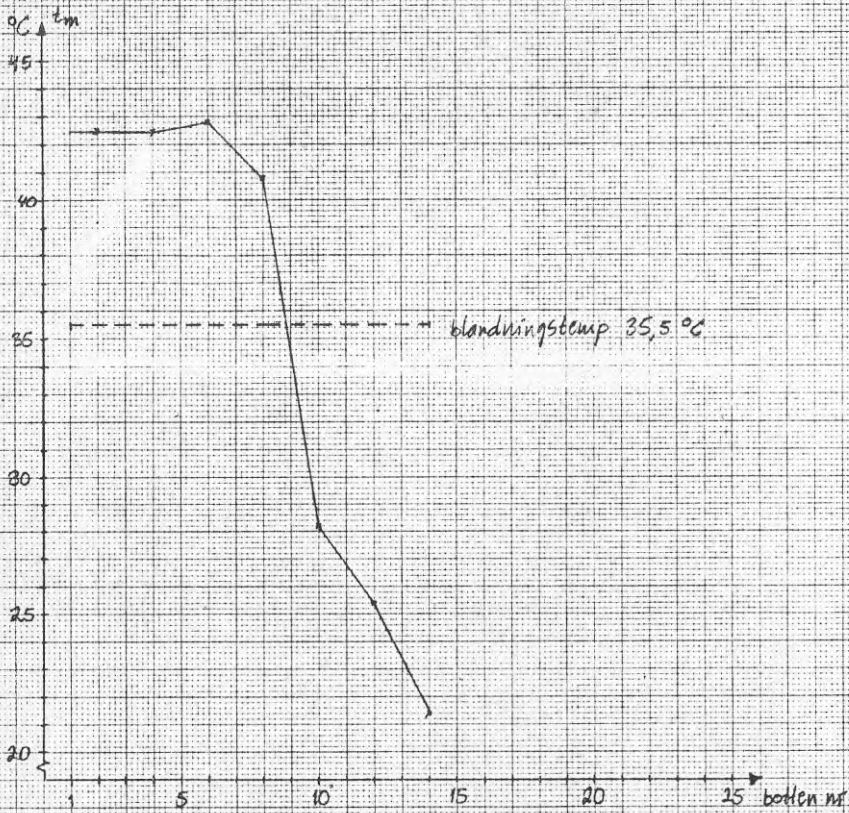
1. HVC - Olja
2. HVC - Kol
3. Spillvärme + värmepump + ånga a 75 kv / MW hv
4. —" — + —" — + —" — 90 —" —

SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP

Bilaga 1:2

790319-0323

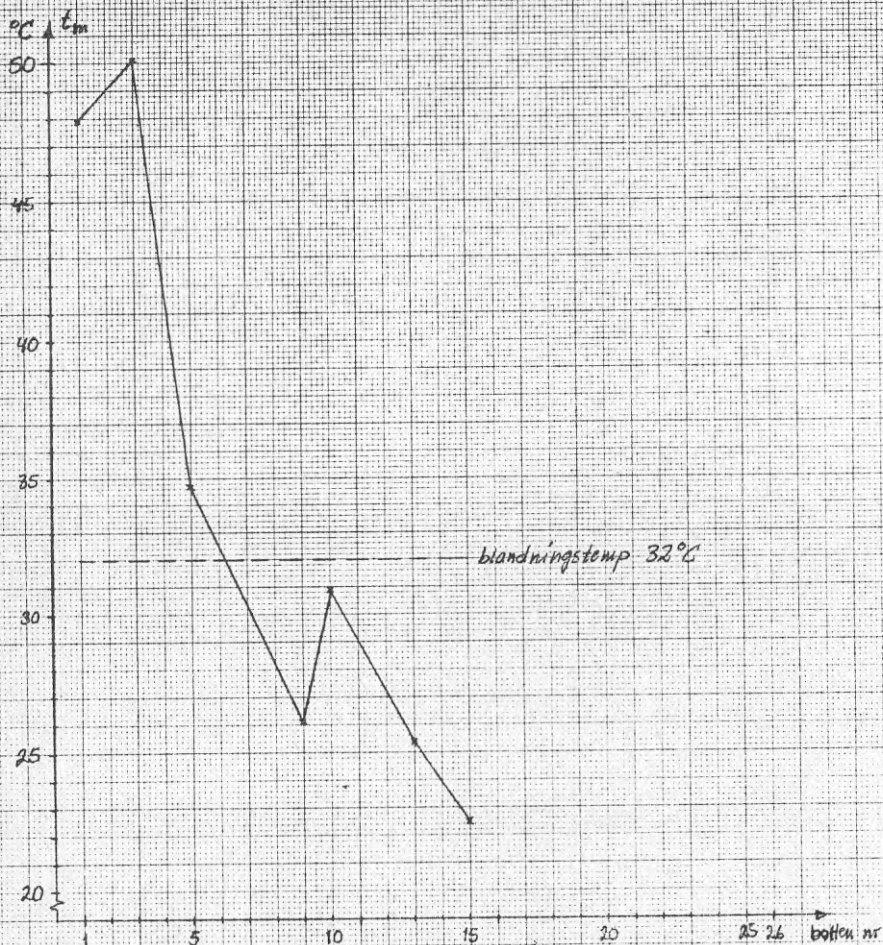
KYLVAATTENTEMP FORMALIN 1



SPILLVÄRMEPROJEKT PEBSTORP

Bilaga 1:4
790319-0323

KYLVATTENTEMP FORMALIN 2



TEMP. MÄTP. NR		MÄTPUNKT PLACERING		AVLÄSNING TEMP. °C														SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP				Arb. nr											
				19-1345		20-815		20-1100		20-1315		20-1530		21-830		21-1000		21-1215		21-1535		22-835		22-1100		22-1315		22-1600		22-1815		Mätning	
FLÖDE DAT-KL	MULT-FAKTOR	AVL. FLÖDE 1		AVL. FLÖDE 2		AVL. FLÖDE 3		AVL. FLÖDE 4		AVL. FLÖDE 5		AVL. FLÖDE 6		AVL. FLÖDE 7		AVL. FLÖDE 8		AVL. FLÖDE 9		AVL. FLÖDE 10		AVL. FLÖDE 11		AVL. FLÖDE 12		AVL. FLÖDE 13		FLÖDE MEDELVÄRDE		Mått			
		INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S	INSTR	M ³ /S		
3K1		2,2	1,3	1,6	2,5	2,2	1,8	1,3	2,2	3,1	2,2	3,1	1,5	2,2	2,2	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	1,9	2,0			
3V2		46,2	46,5	46,6	46,9	46,8	45,0	45,5	46,8	46,9	46,8	46,9	45,0	44,6	45,7	44,0	44,0	45,7	45,7	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	44,0	45,9			
3V4		46,7	47,9	46,8	47,9	47,7	46,5	47,2	48,1	48,5	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,0	47,1			
3V6		39,2	40,2	39,5	40,4	40,3	39,8	39,8	40,9	41,2	39,4	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,7	39,9			
3V8		-	36,3	36,4	36,7	36,8	36,2	36,5	37,7	37,6	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,6				
3V11		33,3	34,2	34,0	34,9	34,7	33,7	33,7	35,3	35,3	33,5	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	33,8	34,2				
3V13		30,5	31,2	30,9	32,0	31,8	30,7	30,7	32,4	32,5	30,5	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	31,2				
3V16		26,1	27,8	27,6	28,7	28,4	27,6	27,5	29,2	29,5	27,2	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5	27,9				
3V18		24,7	25,5	25,1	26,3	26,1	25,2	25,1	26,8	27,3	24,8	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,1	25,5					

* inntämling efter start av reaktor 2

** Reducerat P. g. drift av endast en reaktor

SPILLVÄRMEPROJEKT PERETORP

Bilaga 1:6

790319 - 0323

KYLVATTENTEMP FORMALIN 3

°C Δ t_m

50

45

40

35

30

25

20

5

10

15

20

25

27

bottn nr

blandningstemp 35,6 °C

TEMP MÄTP. NR	MÄTPUNKT PLACERING	AVLÄSNING TEMP °C												MV			
		DATUM-KL															
		19-16:30	20-08:50	20-11:30	20-15:30	20-15:55	21-08:55	21-10:25	21-13:50	21-15:40	22-08:40	22-11:05	22-13:30	22-16:00	22-19:45		
4EV2		54,0	54,0	53,5	54,5	55,0	54,5	54,5	54,5	55,0	54,0	53,5	54,0	54,0	54,0	54,2	
4EV4		54,0	54,0	54,0	55,0	55,0	55,0	55,0	54,0	54,0	54,0	52,0	54,0	54,0	54,5	54,4	
4EV6		53,5	53,5	53,5	54,5	54,5	54,0	54,5	54,5	55,0	53,0	52,0	53,0	53,0	53,5	53,7	
4EV8		54,0	54,0	53,5	55,0	55,0	54,5	54,5	54,5	55,0	53,5	53,0	53,5	53,5	54,0	54,1	
4EV10		55,0	55,5	55,0	55,5	55,5	55,0	55,0	55,5	56,0	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	55,0	
4EV11		2,2	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	3,0	2,8	2,5	2,5	2,5	2,4	
4EV2		36,9	37,4	36,7	37,1	37,3	36,5	35,9	36,5	37,4	36,5	36,6	36,7	36,5	36,9	36,8	
4EV10		38,0	37,6	37,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37,7	
4V12		39,1	38,3	38,6	38,9	39,2	38,3	37,7	39,4	40,0	39,2	38,9	38,5	38,0	39,0	38,8	
4V14		38,9	38,6	38,7	39,0	39,1	38,4	37,8	38,9	39,2	38,7	38,4	38,7	38,5	38,9	38,7	
4V16		33,2	32,1	32,8	33,1	33,3	32,4	32,0	32,7	33,5	32,5	32,3	32,4	31,0	33,2	32,6	
4V18		31,1	29,3	29,8	30,8	30,8	30,2	29,6	30,1	30,9	30,0	30,2	29,8	30,0	30,6	30,2	
4V21		27,1	24,8	25,5	26,2	26,5	25,7	25,0	25,5	26,5	25,1	25,6	26,1	26,0	26,6	25,9	
4V23		21,2	19,5	20,0	20,8	20,9	19,8	18,8	19,6	20,7	19,2	19,4	19,5	19,7	20,2	20,0	
FLÖDE DAT-KL	MULT- FAKTOR	AVL. FLÖDE 1 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 2 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 3 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 4 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 5 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 6 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 7 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 8 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 9 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 10 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 11 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 12 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 13 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 14 INSTR M ³ /S	AVL. FLÖDE 15 INSTR M ³ /S	FLÖDE MEDELVÄRDE M ³ /S
21-1330	33,0 %	0,022															
22-1345	33,0 %	0,022															

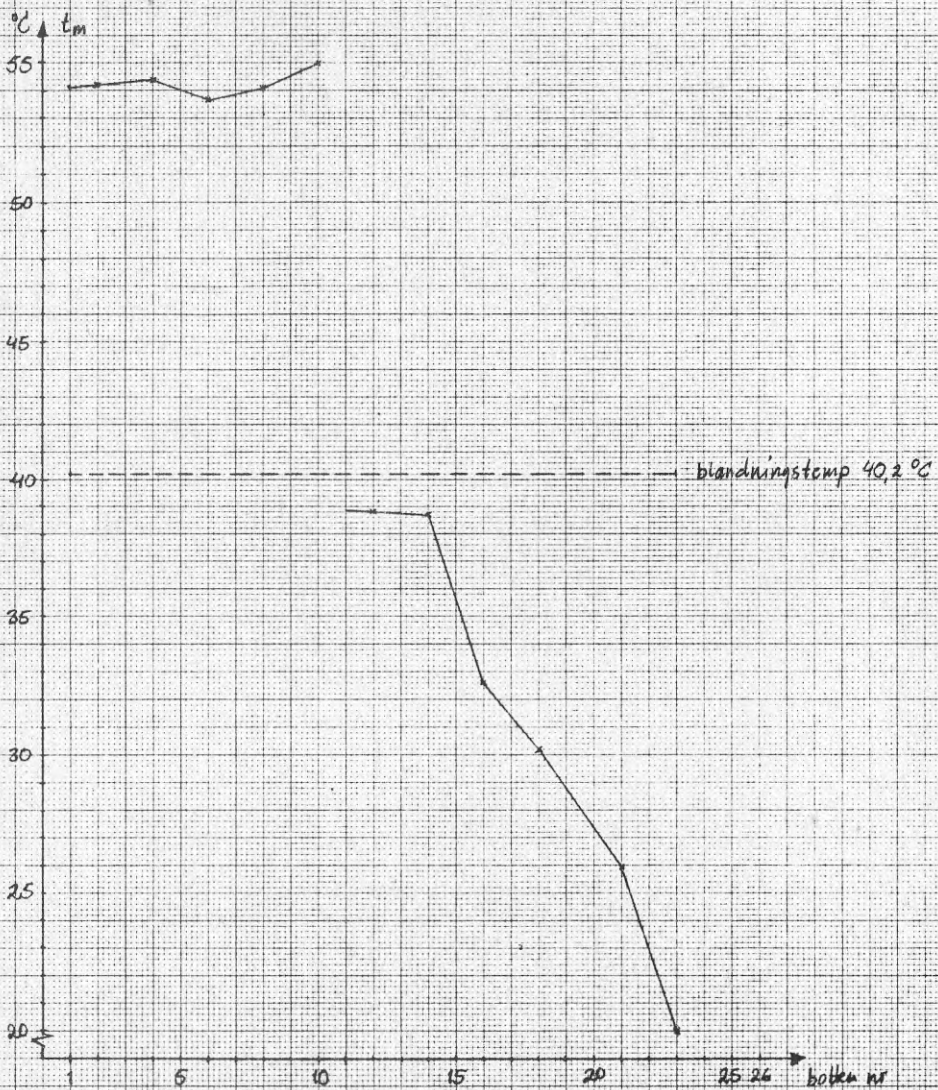
SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP
MÄTNING AV KYLVATTENTEMP- OCH FLÖDE
FABRIK: FORHALIN 4

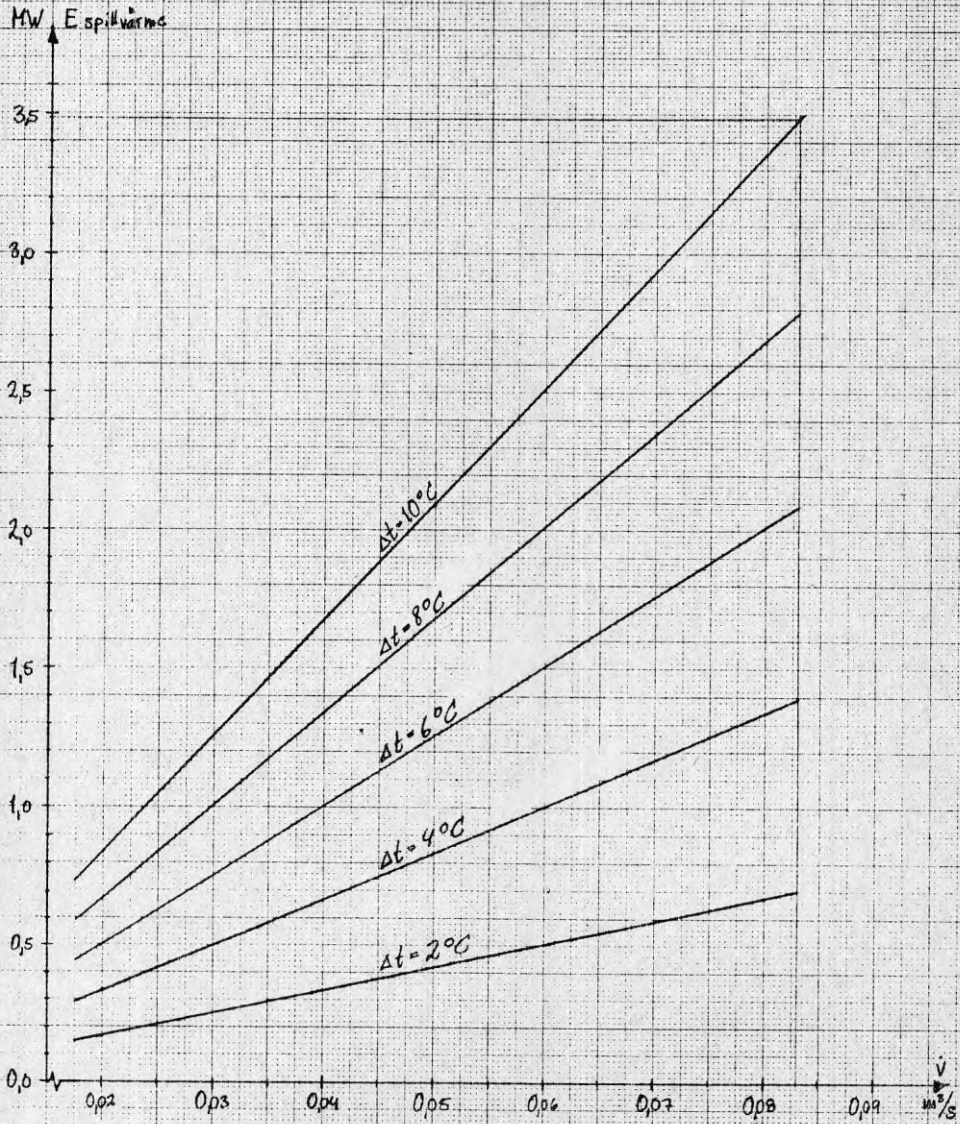
Arb. nr
Datum 790319-0323
Blad nr 11
Mått

SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP

Bilaga 1:8
790319 - 0323

KYLWATTENTEMP FORMALIN 4

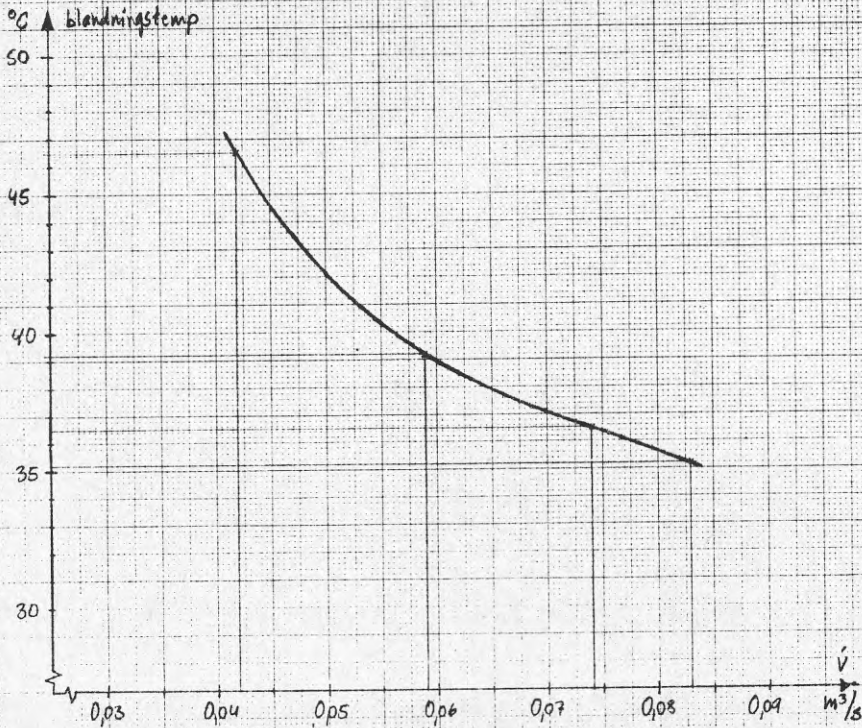


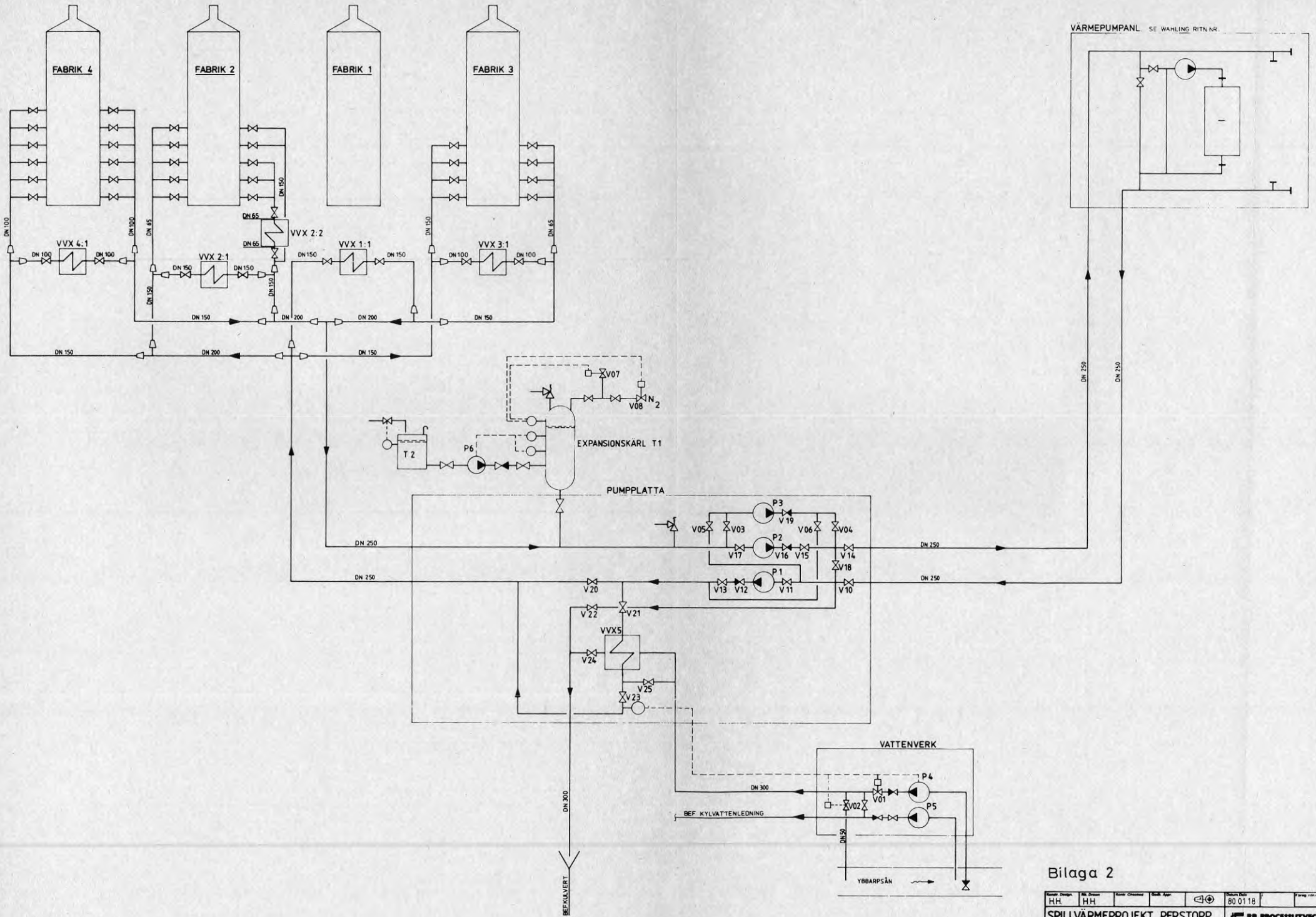


SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP

Bilaga 1:12
790319-0323

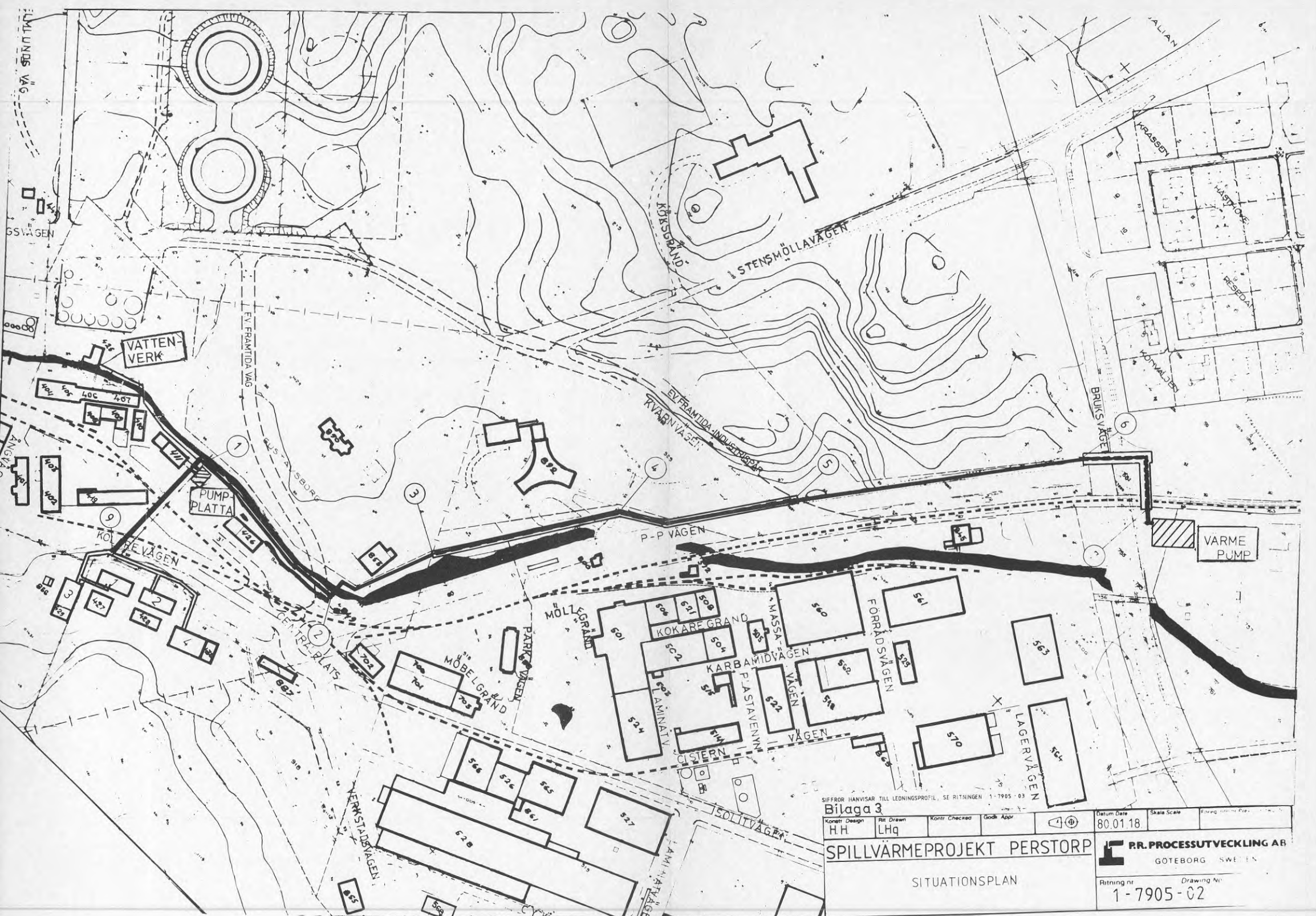
BLANDNINGSTEMPERATUR - FLÖDE





Bilaga 2

Proj. Anst.	HH	HH	Skiss. Utarbetad	Skiss. Utarbetad	80 0118	Proj. ritn nr / Rev. utg. nr
SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP			RR. PROCESSUTVECKLING AB GÖTEBORG - SWEDEN			
FLÖDESSCHEMA			Ritning nr 1-7905-01		Rev. A	



SIFFROR HANVISAR TILL LEDNINGSPROFIL, SE RITNINGEN 1-7905-03

Bilaga 3

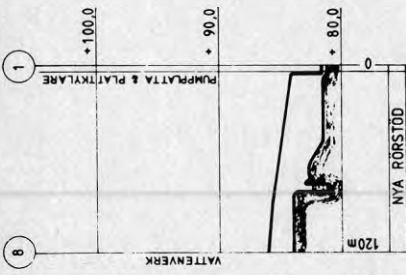
Konstr. Design	Rit. Drawn	Kontr. Checked	Godk. Appr.	④
H.H.	LHq			

Datum Date	Skala Scale	Föring. utgåva Rev.
80.01.18		

SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP **RR.PROCESSUTVECKLING AB**
GÖTEBORG SWEDEN

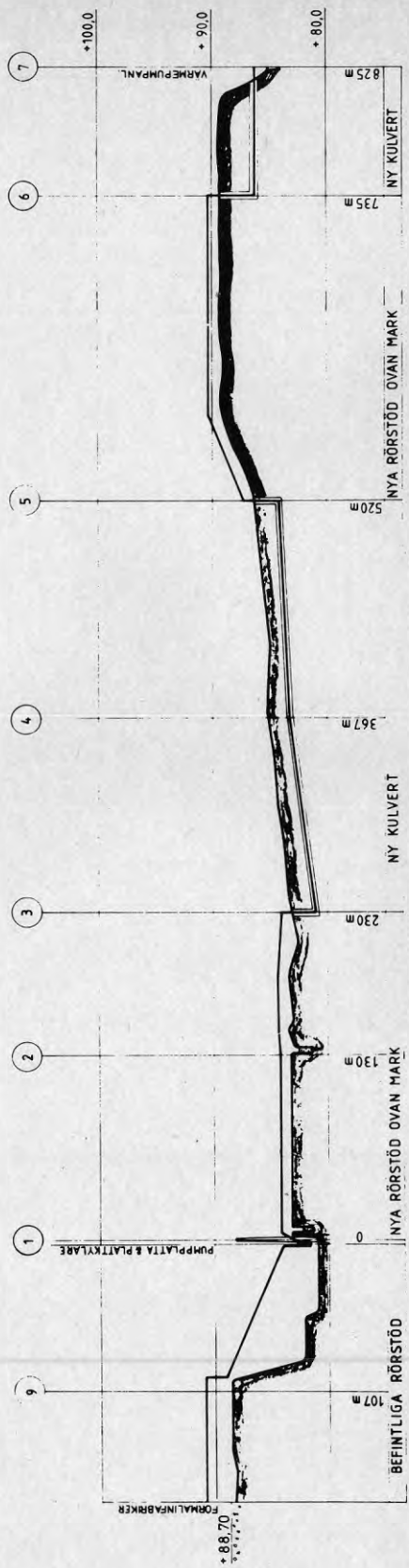
SITUATIONSPLAN
Ritning nr 1-7905-02
Drawing Nr

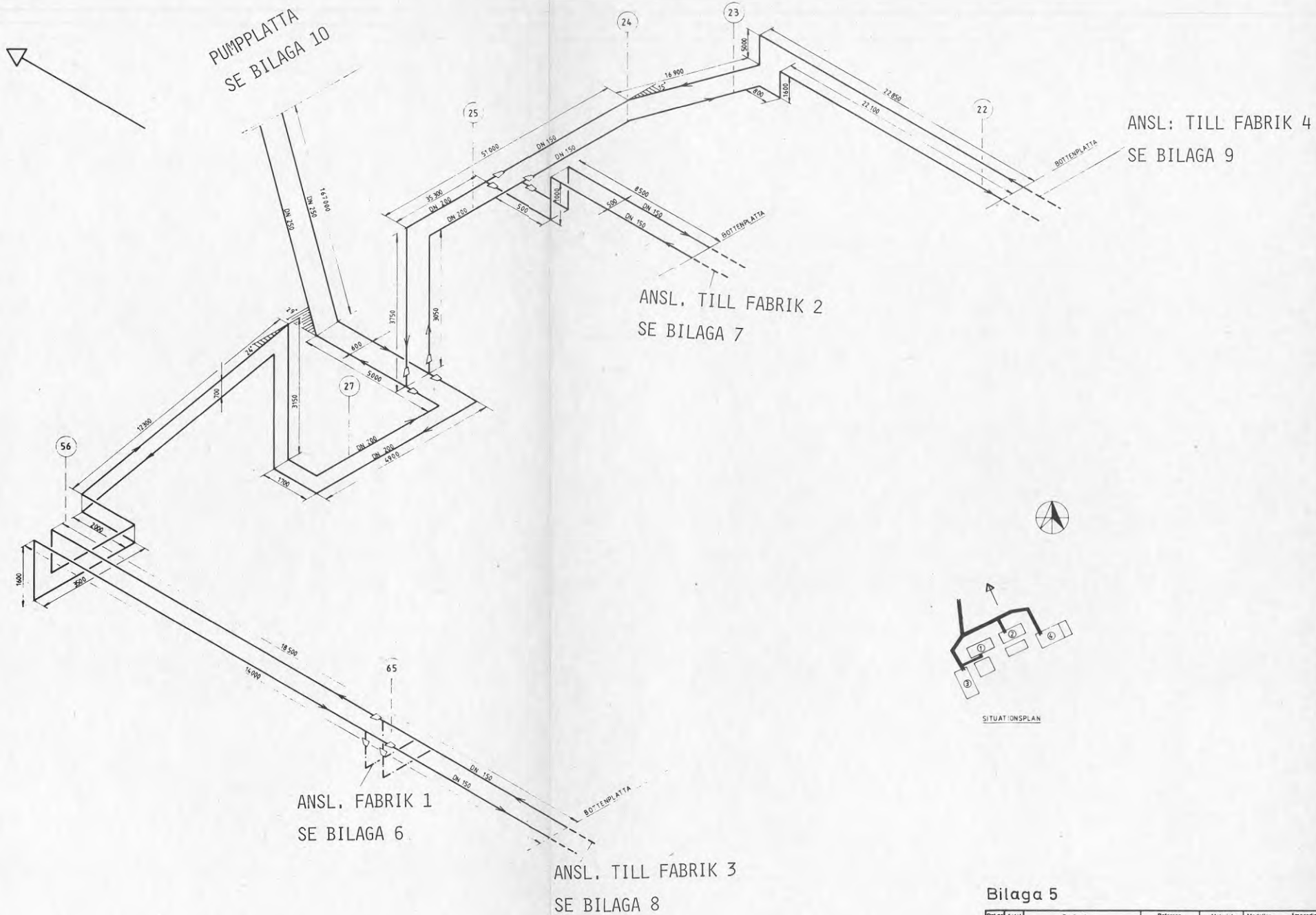
HÄNVISNING:
 BETR. LEDNINGSFÖRLÄGGNING SE SITUATIONSPLAN
 RITN. NR. 1-7905-02



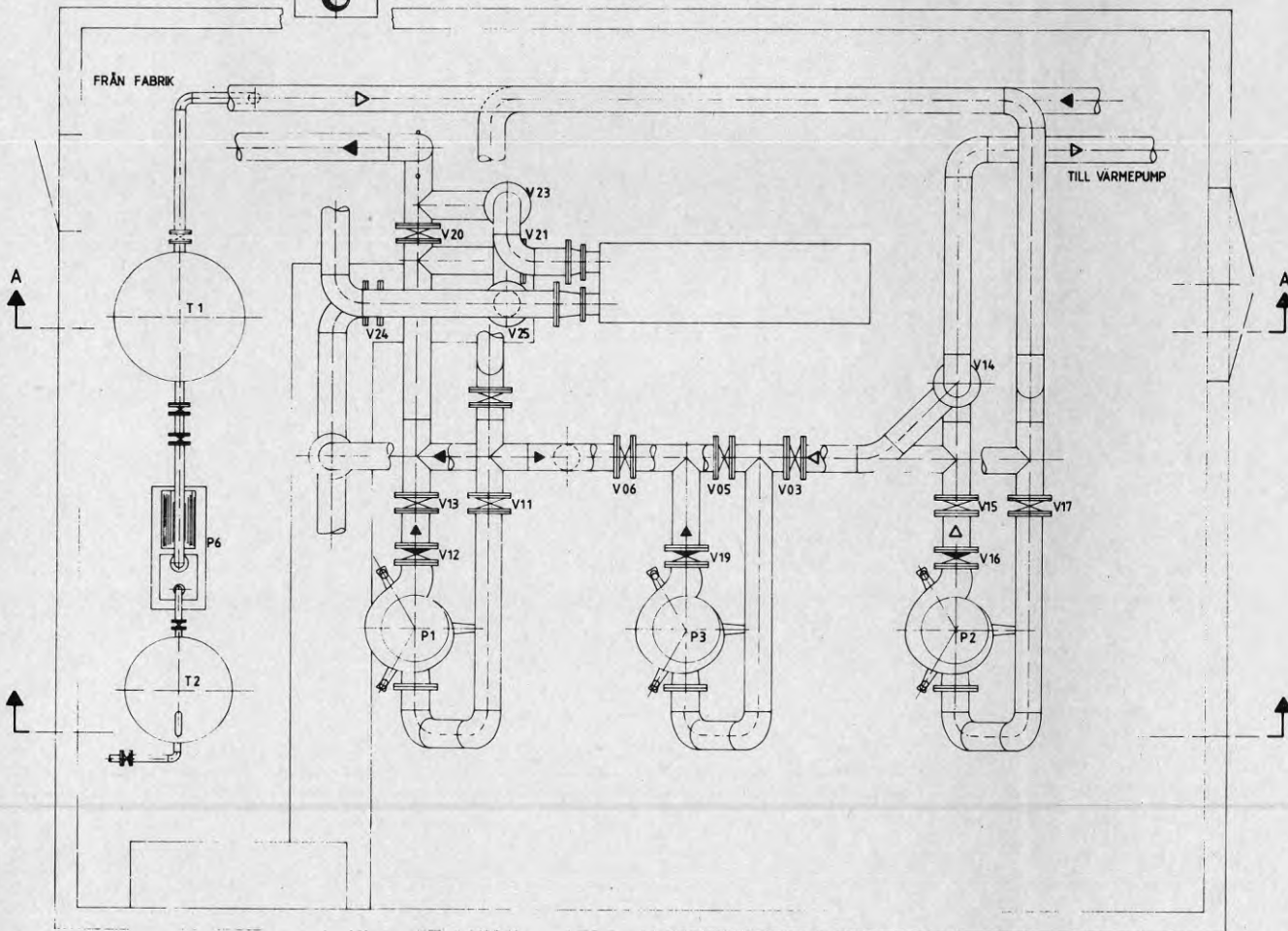
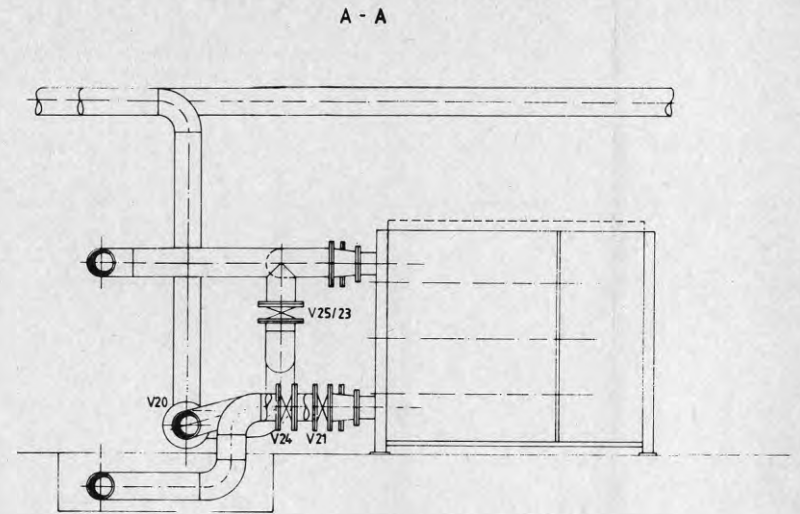
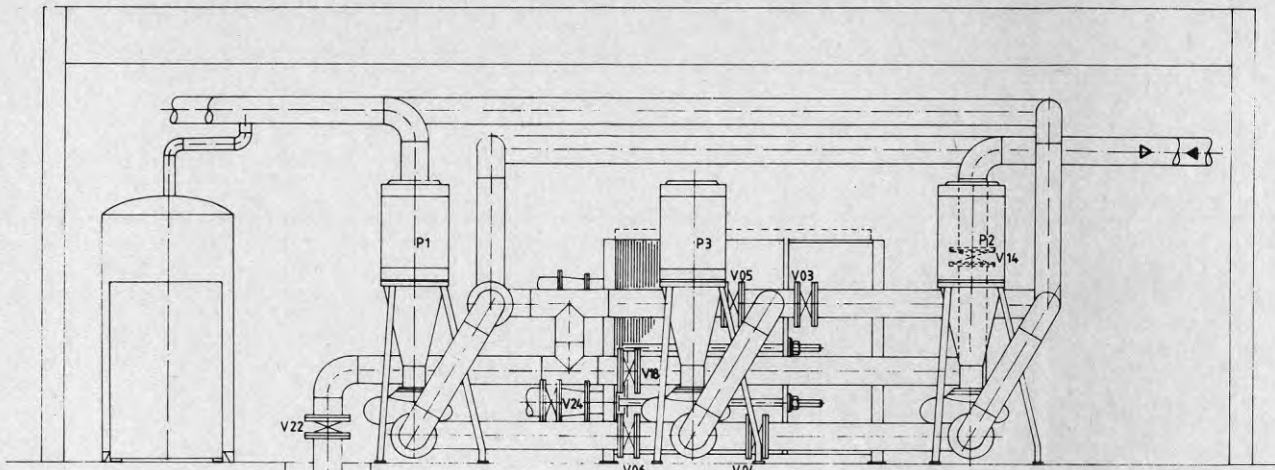
Bilaga 4

Ägar/Beställare HH	Proj. Nr. L10	Referens E1	Material 80.01.18	Arvsnummer 80.01.18
SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP	SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP	SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP	SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP	SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP
LEKNINGSPROFIL SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP GÖTEBORG - SWEDEN RITNING NR. 1-7905-03				



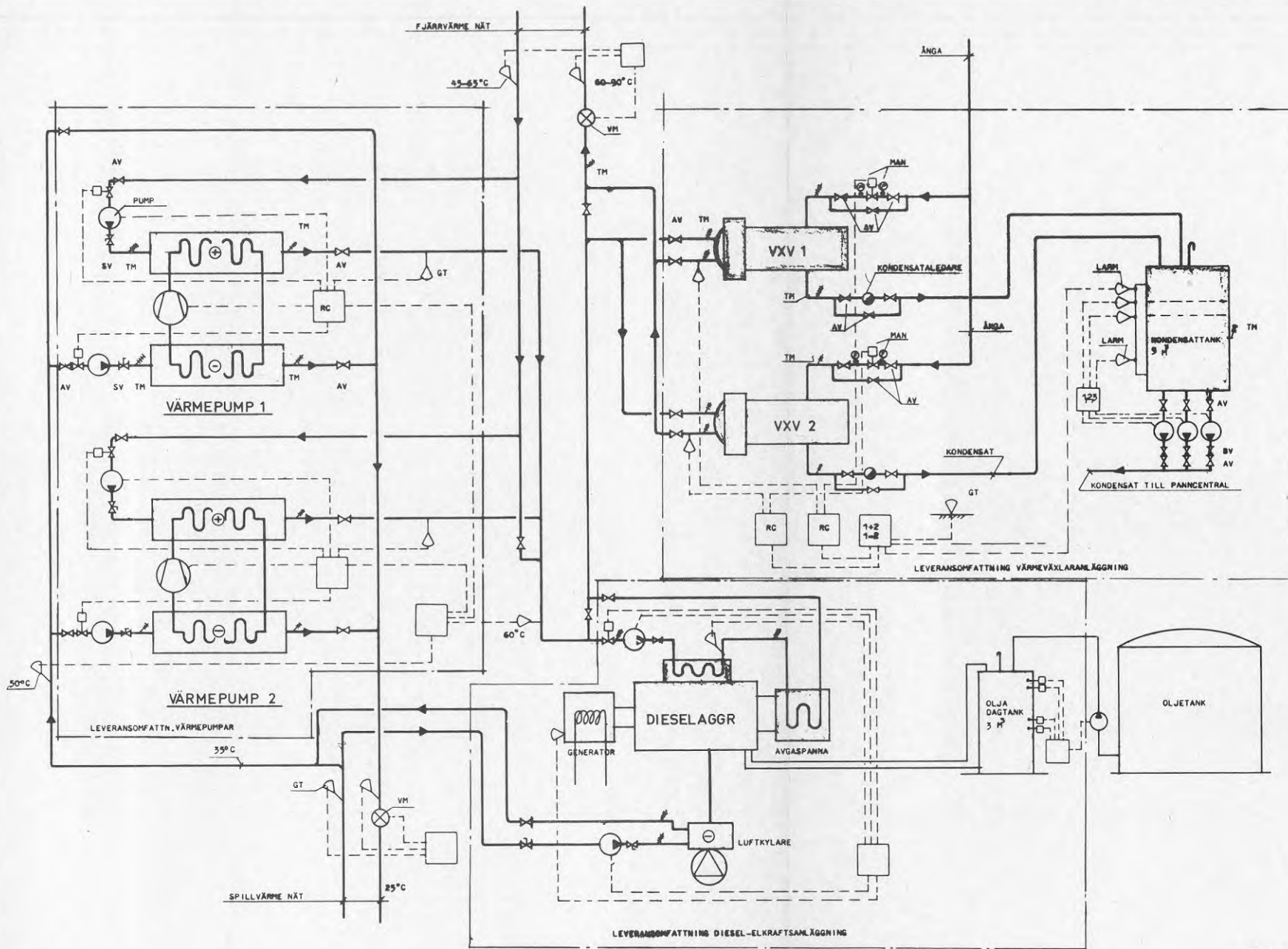


Delnr	Antal	Benämning	Referens	Material	Modellnr	Ämnesdim
Delnr	Antal	Benämning	Referens	Material	Modellnr	Ämnesdim
HH	HH	Först. Utvärdering	800118			
SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP LEDNINGSFÖRLAGGNING						
				RR. PROCESSUTVECKLING AB GÖTEBORG - SWEDEN		
Ritning nr 1-7905-04				Modellnr 800118		Ämnesdim 1:1



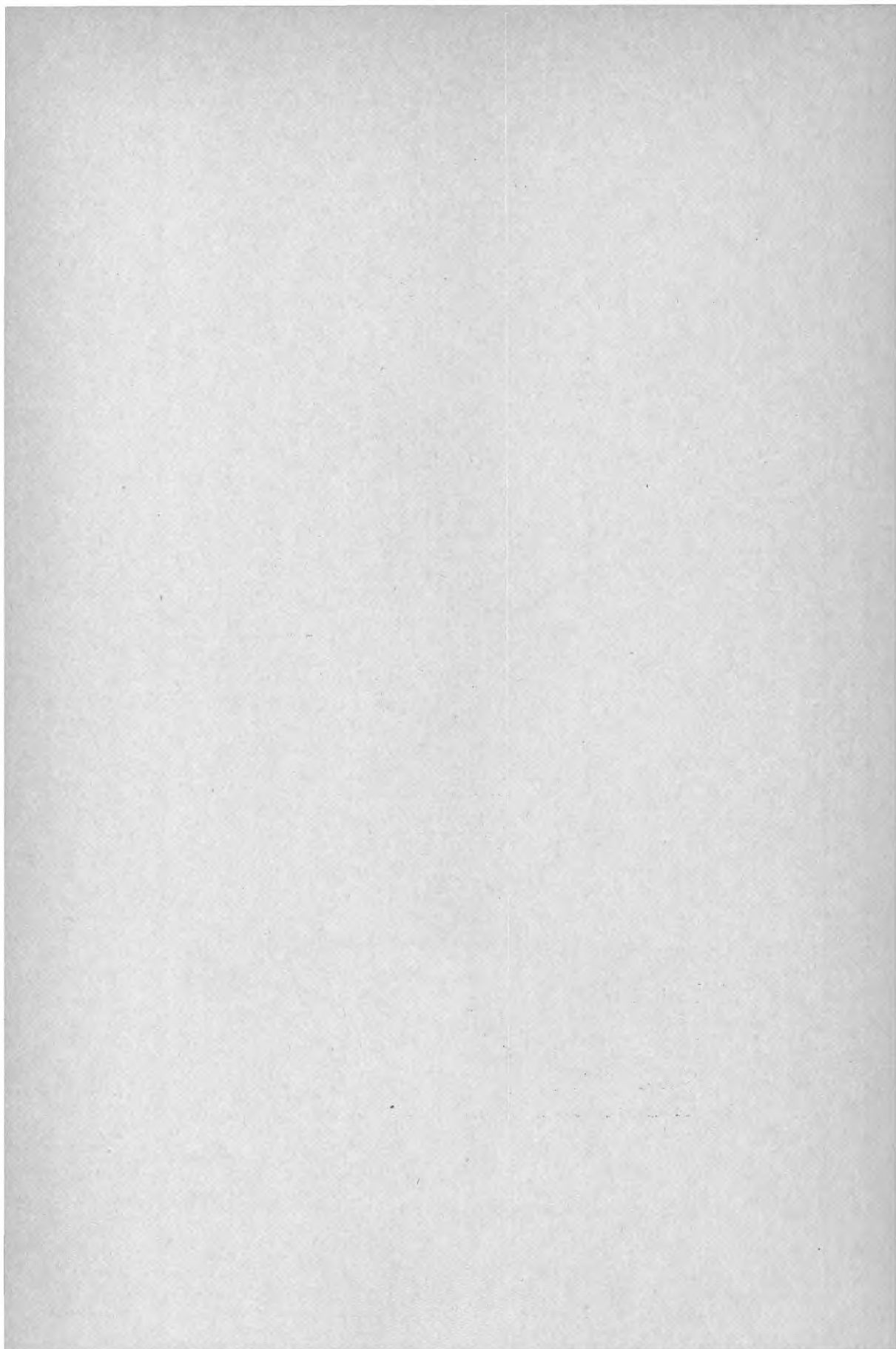
Bilaga 10

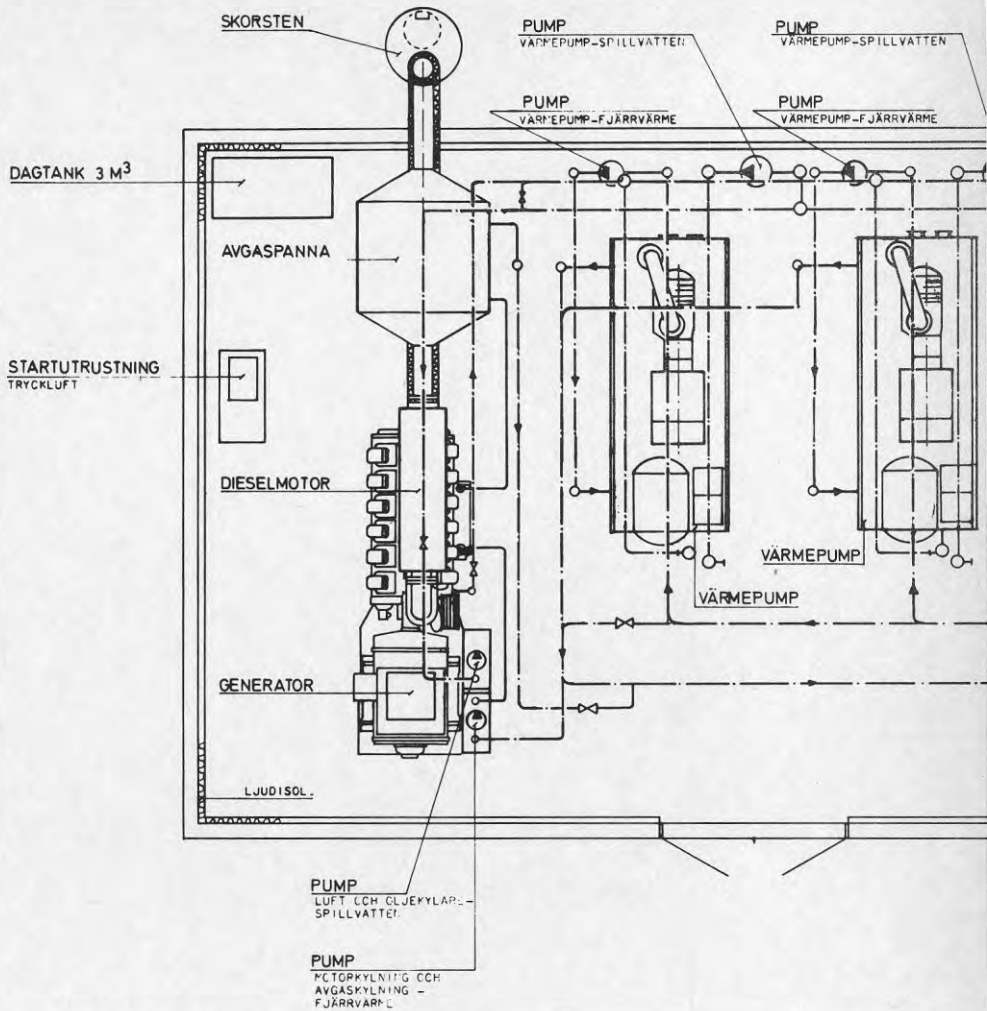
Del nr / Drawing No	Antal / Qty	Benämning / Description	Referens / Reference	Material / Material	Modellnr / Part No	Ämnesdim / Blank size
PF	BP			800213		
SPILLVÄRMEPROJEKT PERSTORP R.R. PROCESSUTVECKLING AB GOTEBORG - SWEDEN						
PUMPLATTA						Ritning nr / Drawing No 1-7905-09



Bilaga 15

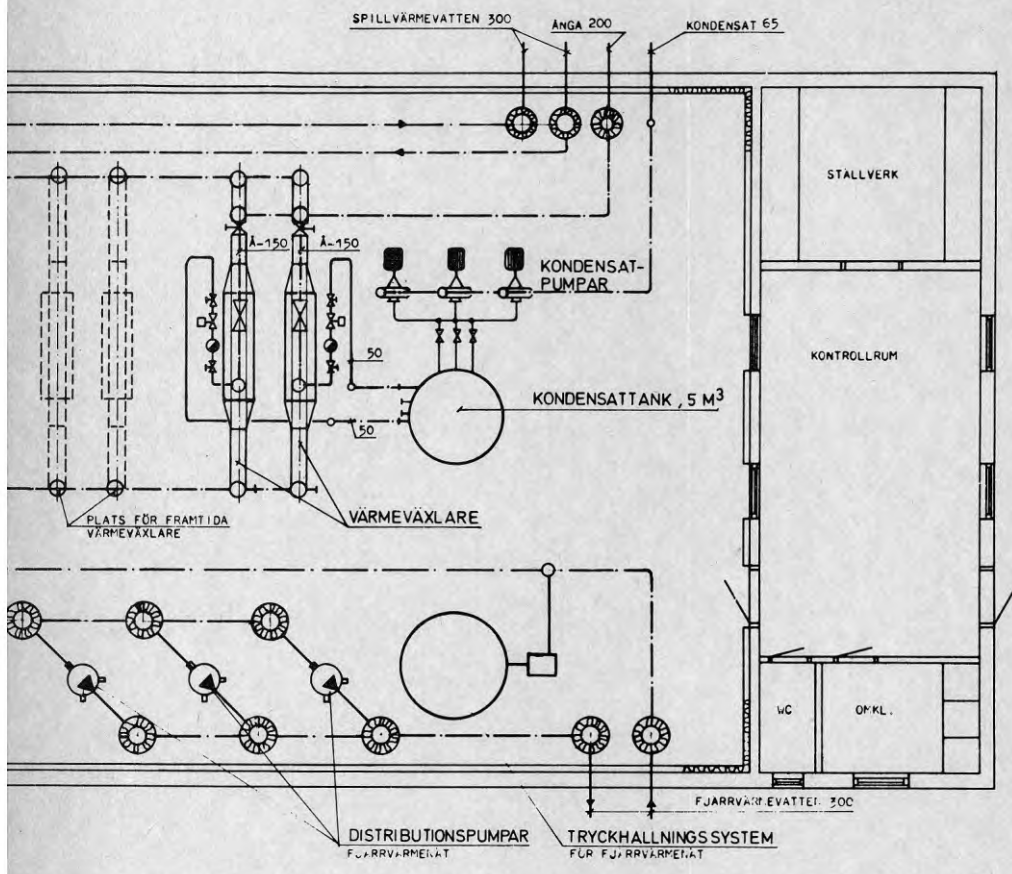
REG.	ART.	REVISORINOMEN AVSER	SOH.	DATUM
SPILLVÄRME PERSTORP				
PRINCIPFÖRSLAG VÄRMEÅTERVÄNNINGSANLÄGGNING SPILLVÄRME				
RITAD KONSTR. AV R. LÖNNERSTEDT			ARBETSNUMMER 3210146	
ORT, DATUM GÖTEBORG 1979-11-12			FLÖDESSCHEMA SKALA	
KOD TYP POS.			RITNINGENOMEN	





Bilaga 16

REG	ANT	REGISTRERINGEN AVSER	SIGN	DATUM
		SPILLVÄRME PERSTORP		
		PRINCIPFÖRSLAG		
		VÄRMEPUMPCENTRAL		
BYGGADE KONSTR. AV	GRANSKAD AV	ARBETSNUMMER		
R. L. LINNÉRSTEDT		32:0146		
GRIT. DATUM	KOD TYP PÖB	RITINGSNUMMER	REG	
ÖTEBURG 1970-11-17				





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
781113-1 från Statens råd för byggnadsforskning
till PR Processutveckling AB, Västra Frölunda.**

R108: 1980

ISBN 91-540-3224-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700208

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirka pris: 30 kr exkl moms