



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.



Värmeutvinning ur grovrensat avloppsvatten

Förstudie vid Kodammarnas
pumpstation i Göteborg

K/100

Nils Granstrand
Håkan Lundström
Anders Pettersson

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	81-0658
Plac	<i>See</i>

R37:1981

VÄRMEUTVINNING UR GROVRENSAT AVLOPPSVATTEN

Förstudie vid Kodammarnas pumpstation
i Göteborg

Nils Granstrand
Håkan Lundström
Anders Pettersson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
791647-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Göteborgs vatten- och avloppsverk.

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

R37:1981

ISBN 91-540-3484-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 152215

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	5	
1	INLEDNING	7
2	FÖRSTUDIE	9
2.1	Objektsbeskrivning	9
2.1.1	Etapp 1 - Kodammarnas pumpstation	9
2.1.2	Etapp 2 - Partihallarnas industriområde	10
2.2	Systemlösning	10
2.2.1	Värmepumpens drivkälla	10
2.2.2	Värmeväxling med avloppsvattnet	11
2.2.3	Behandling av avloppsvattnet	12
2.3	Dimensionering	13
2.3.1	Etapp 1- Kodammarnas pumpstation	13
2.3.2	Etapp 2- Partihallarnas industriområde	14
2.4	Preliminära ekonomiska kalkyler	15
2.5	Övrigt	15
3	UTFÖRANDE	17
3.1	Värmepumpanläggning	17
3.2	Värmesystemet	18
3.3	Avloppssystemet	18
3.4	Styr- och reglerutrustning	18
4	EKONOMISKA KALKYLER BASERADE PÅ FAKTISKA KOSTNADER	19
5	PROGRAM FÖR MÄTNING OCH UTFÖRANDE	21
5.1	Målsättning	21
5.2	Uppläggning	21
6	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	23
REFERENSER	24	

BILAGOR 1-10

BILAGOR

- Bilaga 1 - Situationsplan över Partihallarnas industriområde
- " 2 - Principflödesschema. Värmeanläggning före installation av värmepump
- " 3 - Principflödesschema. Värmeanläggning efter installation av värmepump
- " 4 - Varaktighetsdiagram
- " 5 - Vattenundersökning
- " 6 - Förslag till mätpunkter
- " 7 - Plan +3,50
- " 8 - Plan +9,35
- " 9 - Plan +12,50
- " 10 - Sektioner

SAMMANFATTNING

Avsikten med föreliggande rapport är att utreda förutsättningarna för värmeutvinning ur grovrensat avloppsvatten vid Kodammarnas pumpstation i Göteborg.

Pumpstationer är ofta belägna i närheten av stora värmeförbrukare som bostads- och industriområden. Distributionskostnaderna behöver därför inte bli den begränsande faktorn, som fallet ofta är vid värmeutvinning ur renat avloppsvatten. Nackdelen är att de föroreningar, som finns i det orenade vattnet kan försvåra eller fördyra värmeuttaget.

För att närmare undersöka detta planerar VA-verket i Göteborg att uppföra en värmepumpanläggning vid Kodammarnas pumpstation.

Projektet planeras i två etapper:

Etapp 1 - En pilotanläggning uppföres för värmeförsörjning av pumpstationen

Etapp 2 - Värmeförsörjning av intilliggande hotell och industriområde, benämnt Partihallarna

Förstudien behandlar både etapp 1 och 2. Projektering har utförts för etapp 1.

Beträffande den tekniska utformningen har värmepumpen valts att drivas av en elmotor. Värmeväxlaren för avloppsvattnet är en vertikal förångare med relativt få rör med stor innerdiameter.

Avsikten är att undersöka om avloppsvattnet kan köras direkt genom värmeväxlaren utan fördyrande rensutrustning.

Den totala anbudssumman för etapp 1 lyder på 285 000 kr. Anläggningen minskar pumpstationens oljeförbrukning med 85 % eller 25 m³ per år.

Investeringen för etapp 1 är tveksam om den avser att minska uppvärmningskostnaden för pumpstationen, men för att få erfarenheter till större och mer lönsamma anläggningar bör dock en mindre pilotanläggning uppföras.

De preliminära kostnadskalkylerna för etapp 2 ger investeringskostnaden 4,1 milj kronor. Oljebesparingen blir 850 m³ per år. De preliminära kalkylerna för denna anläggning visar en god lönsamhet.

Upphandling och installation av etapp 1 beräknas kunna ske under vintern 80/81.

1 INLEDNING

Möjligheterna till värmeutvinning ur slutbehandlat avloppsvatten vid reningsverk har redan tidigare undersökts. Problemet har varit att finna en lämplig värmekonsument i närheten av reningsverket på grund av att de ofta är placerade i utkanten av tätbebyggelsen.

För avloppspumpstationer är förhållandet annorlunda, då dessa ofta ligger i nära anslutning till tätbebyggelse. Förutsättningarna för värmedistribution till intilliggande konsumenter är därför stora.

För att närmare undersöka detta planerar VA-verket i Göteborg att uppföra en värmepumpanläggning vid Kodammarnas avloppspumpstation.

Projektet planeras i två etapper:

Etapp 1 - Värmeförsörjning av avloppspumpstationen

Etapp 2 - Värmeförsörjning av intilliggande hotell och industriområde benämnt Partihallarna

Härvid betraktas etapp 1 som en pilotanläggning till etapp 2.

Syftet med etapp 1 är dels att minska den egna oljeförbrukningen för avloppspumpstationen och dels att få erfarenhet till etapp 2.

Vidare finns en möjlighet till utbyggnad av flera anläggningar. Enbart inom Göteborgsregionen finns ca 5 st avloppspumpstationer med möjlighet till utbyggnad av samma storleksordning som etapp 2 samt ytterligare ca 5 st mindre avloppspumpstationer.

Utnyttjas avloppsvattnet vid flera pumpstationer kan reningprocessen vid reningsverket Rya påverkas i negativ riktning om det inkommande avloppsvattnet har för låg temperatur. Det bör undersökas närmare hur mycket avloppsvattnet kan kylas utan att reningprocesserna äventyras.



2 FÖRSTUDIE

Förstudien behandlar de tekniska och ekonomiska förutsättningarna för etapp 1 och 2.

I första hand behandlas etapp 1, men översiktliga beräkningar görs även för etapp 2.

Vid bedömningen om lämplig teknik för etapp 1 har målsättningen varit att erfarenheter från anläggningen skall kunna överföras till etapp 2.

Förstudien redogör för de tankar och idéer som projektgruppen hade före projekteringen av etapp 1 utfördes.

2.1 Objektsbeskrivning

Kodammarnas pumpstation ligger i nära anslutning till Partihallarnas industriområde. Se situationsplan i bilaga 1. Avloppsvattnet pumpas till Ryaverket för rening.

2.1.1 Etapp 1 - Kodammarnas pumpstation

Pumpstationen, som är dimensionerad för 180 000 person-ekvivalenter, har ett min-flöde på ca 350 l/s. Temperaturmätningar på avloppsvattnet pågår sedan mars 1980. Den lägst uppmätta, och troligtvis lägsta temperaturen under året, är +6,5°C. En vattenundersökning, som genomförts, visas i bilaga 5.

Pumpstationen försörjs av en egen oljepanna med märkeffekt 245 kW och oljeförbrukning 30 m³ (Eo1) per år.

Radiator- och ventilationssystem är dimensionerat för 80°C framledningstemperatur vid dimensionerande utetemperatur (DUT).

Tappvarmvattenberedning sker i en förrådsberedare med möjlighet till eluppvärmning under sommaren. Principflödesschema för värmeanläggningen visas i bilaga 3.

2.1.2 Etapp 2 - Partihallarnas industriområde

Fastigheterna inom Partihallarnas industriområde ägs till största delen av grossist- och distributionsföretag med kontor och serviceutrymmen. Det finns även ett hotell inom området.

Fastigheterna försörjs för närvarande av egna oljeeldade panncentraler.

Energiverken i Göteborg har för närvarande inga planer att fjärrvärmeansluta området.

Den totala oljeförbrukningen för området uppgår till ca 1 000 m³ Eo1 per år. Härav kan effektbehovet vid dimensionerande utetemperatur uppskattas till 3,5 MW.

2.2 Systemlösning

Nedan ges en del allmänna aspekter på val av värmepump-utrustning för att möjliggöra värmeuttaget ur avloppsvattnet.

Dessa aspekter gäller för val av utrustning till etapp 1, men lösningen skall naturligtvis vara tillämpbar i större skala för etapp 2.

2.2.1 Värmepumpens drivkälla

Inom kyltekniken är elmotordriften sedan länge väl beprövad. Något behov av andra drivkällor har inte funnits. I och med att kyltekniken börjat tillämpas i uppvärmningssammanhang har kravet på effektivt energiutnyttjande ökat. Därför har andra drivkällor börjat undersökas.

För drift av värmepumpens kompressor kan man tänka sig en rad drivkällor. Mest realistiskt i dagsläget är dock

- elmotor eller
- dieselmotor

Tas hänsyn till de värmefaktorer, som kan uppnås med el- respektive dieselmotordrift, blir den elmotordrivna värme-

pumpens avgivna värmeenergi något billigare. Prisförhållandet mellan el- och oljeenergi varierar dock, varför detta inte behöver vara någon avgörande faktor vid val av drivkälla.

Enligt uppgifter från värmepumptillverkare blir den dieseldrivna värmepumpen 10 - 15 % dyrare än den elmotor-drivna. Även servicekostnaden blir högre för dieselalternativet.

Detta tillsammans med det likvärdiga energipriset gör att dieselalternativet får en något högre årskostnad.

Avsikten med detta projekt är inte att utveckla ny värmepumpsteknik utan att utnyttja en hittills relativt otestad värmekälla. Därför väljs en elmotor som drivkälla för värmepumpen.

2.2.2 Värmeväxling med avloppsvattnet

Värmeväxlingen med det grovrensade avloppsvattnet är ett osäkert moment. Vid liknande anläggningar har problem uppstått med igensättningar av stelnat fett och fasta partiklar i värmepumpens förångare.

Vid val av förångarens utformning har erfarenheter från andra anläggningar beaktats. De alternativ, som diskuterats, har bl a varit

- slangar i pumpgropen
- liggande tubpanna med
 - avloppsvattnet i rören
 - köldmediet i rören
- stående tubpanna med avloppsvattnet i rören

Faktorer som styr valet av förångare är bl a

- möjligheten att rensa förångaren från igensättningar
- Korrosionssäkert material

- temperatur på avloppsvattnet ut från förångaren. Risken för igenfrysning är olika för olika typer av förångare. Eftersom tillgången på avloppsvatten är mycket god i Kodammarna blir detta inte någon begränsande faktor.

Målsättningen med denna anläggning har varit att hitta en standardmässig förångare, som klarar de ovan nämnda faktorerna.

Att lägga ner slangar i pumpgropen och värmväxla avloppsvattnet med en köldbärare är möjligt för etapp 1. I etapp 2 blir dock slangarna så långa (ca 5 mil) att detta alternativ är orealistiskt.

En stående tubpanna har ett relativt få antal (55 st) grova rör, innerdiameter 50 mm, som avloppsvattnet går i. I denna typ av förångare anses igensättningsrisken vara den minsta.

Den liggande konventionella typen av tubpanna med köldmediet eller avloppsvattnet i rören klarar inte att värmväxla avloppsvattnet utan fördyrande förbehandling.

Med de ovan belysta aspekterna som bakgrund väljs den stående tubpannan som förångare till etapp 1.

Korrosionsprov har utförts vid en liknande anläggning i Skurup. Dessa prov visar en viss påverkan på kolstål. Den valda typen av förångare tillverkas som standard i kolstål, varför detta material väljs i pilotanläggningen.

För etapp 1 är den valda typen av förångare ca 25 000 kr dyrare än en konventionell liggande tubpanna. Men för den konventionella tubpannan krävs dessutom en rensutrustning som fördyrar denna anläggning.

2.2.3 Behandling av avloppsvattnet

Vid de värmepumpanläggningar, som tidigare uppförts, behandlas avloppsvattnet med olika typer av rensutrustningar innan det värmväxlas i förångaren.

Lämpliga rensutrustningar är:

- Spaltsil
- Roterande sil
- Trycksil

Rensutrustningen belastar lönsamheten för anläggningen.
Belastande faktorer är:

- Investeringskostnaden
- Värmefaktorn försämras på grund av ökat pumparbete

I Kodammarna grovrensas avloppsvattnet i ett rensgaller med spaltvidd 30 mm. Ytterligare rensutrustning har utslutits för att klargöra om den valda typen av förångare klarar igensättningsproblemen utan fördyrande kringutrustning. I pumpstationen finns ledigt utrymme för uppställning av rensutrustning om det skulle visa sig nödvändigt.

2.3 Dimensionering

2.3.1 Etapp 1 - Kodammarnas pumpstation

Installerad panneffekt	245 kW
Oljeförbrukning, Eo1	30 m ³ /år
Motsvarande energivärdet (årsmedelverkningsgrad 75 %)	225 MWh/år
Beräknat effektbehov vid DUT = -16°C	100 kW

Enligt varaktighetsdiagram i bilaga 4 framgår att ca 85 % av årsenergibehovet åtgår vid utetemperaturer över -5°C. En optimal dimensioneringspunkt för den energisparande och kapitalkrävande värmepumpen är att den skall kunna täcka effektbehovet vid -5°C. Vid denna utetemperatur kan även framledningstemperaturen hållas på, en för värmepumpen, lämplig nivå.

Vid -5°C kan värmeeffektbehovet beräknas till ca 65 kW.

Vid temperaturer under -5°C stoppas värmepumpen på grund av kravet på höga framledningstemperaturer och den befintliga oljepannan startas.

För värmepumpen med elmotordriven kompressor blir värmefaktorn i detta fall ca 2,6. Detta innebär att en elmotor på $65/2,6 = 25 \text{ kW}$, och en kyleffekt på $65 - 25 = 40 \text{ kW}$ krävs för att täcka värmeeffektbehovet 65 kW.

Denna systemlösning ger följande konsekvenser för energiförsörjningen:

Total värmeproduktion	225 MWh_v
Från värmepumpen avgiven värmeenergi (85 % av 225 MWh_v)	191 MWh_v
Oljebesparing	25 $\text{m}^3/\text{år}$
Värmepumpens elenergiförbrukning ($\phi = 2,6$)	73 MWh_{el}

Troligtvis är det befintliga radiator- och ventilations-systemet överdimensionerat, varför värmepumpen eventuellt kan vara i drift parallellt med oljepannan.

2.3.2 Etapp 2 - Partihallarnas industriområde

Partihallarnas oljeförbrukning	1 000 $\text{m}^3/\text{år}$
Motsvarande energivärdet (årsmedelverkningsgrad 75 %)	7 500 $\text{MWh}/\text{år}$
Uppskattat effektbehov vid DUT = -16°C	3,5 MW

Enligt tidigare beskrivna modell dimensioneras värmepumpen att täcka effektbehovet vid -5°C utetemperatur, dvs ca 2 400 kW. Detta ger en temperatursänkning på min-avloppsflödet på ca 1°C .

För en värmepump i denna storleksordning kan man räkna med en värmefaktor på ca 3,0. Områdets hela oljeförbrukning på 1 000 $\text{m}^3/\text{år}$ kan minskas med 850 $\text{m}^3/\text{år}$. Detta motsvarar 6 375 $\text{MWh}_v/\text{år}$. I stället tillkommer 2 125 MWh_{el} för drift av värmepumpen.

Eventuellt kan några av de befintliga oljepannorna rustas upp och kopplas in på kulvertnätet för att vid låga utetemperaturer, tillsammans med värmepumpen, försörja hela området med värme.

2.4 Preliminära ekonomiska kalkyler

Etapp 1

I detta avsnitt redogörs för de schablonmässiga kalkyler som upprättades före anbudens inkommit.

Installationskostnaden uppskattas till ca 200 000 kronor (3 000 kr/kW).

Energipriset sätts som ett genomsnittsvärde mellan el- och oljeenergipriset till 200 kr/MWh eller 20 öre/kWh.

Årlig besparing:

$$191 \text{ MWh}_v - 73 \text{ MWh}_{el} = 118 \text{ MWh} \text{ à } 200 \text{ kr ger } 23\,600 \text{ kr/år}$$

Detta ger en pay-offtid på ca 9 år.

Etapp 2

För värmepumpanläggningen uppskattas kostnaden till 2,5 milj kronor (1 000 kr/kW) och för kulvertnätet, inom Par-tihallarnas industriområde, till 1,6 milj kronor, dvs totalt 4,1 milj kronor.

Årlig besparing:

$$6\,375 \text{ MWh}_v - 2\,125 \text{ MWh}_{el} = 4\,250 \text{ MWh} \text{ à } 200 \text{ kr ger } 850\,000 \text{ kr/år}$$

Detta ger en pay-offtid på ca 5 år.

2.5 Övrigt

Problem kan uppstå om det orenade avloppsvattnet utnyttjas i stor skala som värmekälla.

Reningsprocesserna vid Ryaverket påverkas i negativ riktning om det inkommande vattnet har för låg temperatur. Därför bör samtliga pumpstationer inventeras för att undersöka möjligheterna till värmeutvinning. Då fås en bild över hur mycket temperaturen påverkas i det totala avloppsflödet vid fullt utnyttjande av avloppsvattnet vid pumpstationerna. Dessutom bör reningsprocesserna undersökas för att ge klarhet om hur mycket det inkommande avloppsvattnet kan kylas utan att reningsprocesserna äventyras.

3 UTFÖRANDE

I de följande avsnitten beskrivs anläggningen i detalj utgående från den tekniska beskrivning, som upprättats för etapp 1.

Principflödesschema efter installation av värmepump framgår av bilaga 3. I bilagorna 7 - 10 visas plan- och sektionsritningar för anläggningen.

De inkomna anbuden har utvärderats ur teknisk och ekonomisk synpunkt. Tonvikten har lagts på att hitta den lösning, som har de största förutsättningarna att klara värmeväxlingen med avloppsvattnet.

3.1 Värmepumpanläggning

Värmepumpen dimensioneras enligt följande data:

Värmeeffekt, kW	65
Typ av värmebärare	Vatten
Värmebärartemperatur, in/ut °C	40/45
Värmebärrflöde, l/s	3
Max tryckfall värmebärare, kPa	50
Typ av köldbärare: Grovrensat avloppsvatten, se analys bilaga 5	
Köldbärartemperatur, in/ut °C	7/5
Köldbärrflöde, l/s	6
Max tryckfall köldbärare, kPa	Öppen förångare med självfall
Kyleffekt, kW	47
Kraftförbrukning, kW	18

Värmepumpen utrustas med vätskekyld kondensor och en halvhermetisk kompressor för köldmedium R12.

Värmepumpen är, förutom vanlig elutrustning, även försedd med elektronisk reglercentral, som anpassar producerad varmvattentemperatur efter utetemperaturen.

Dessutom anpassas värmepumpens kapacitet så att maximalt tillåtet kondenseringstryck ej överskrides. Kapaciteten begränsas också mot för låg utgående köldbärartemperatur.

3.2 Värmesystemet

Värmepumpen kopplas in på det befintliga systemet enligt bilaga 3.

En extra cirkulationspump, P4, sätts in för att klara tryckfallet genom värmepumpen.

De befintliga styrventilerna SV1 och SV2 urkopplas för full vattencirkulation genom värmepumpens kondensor.

Styrventil SV3 inkopplas för styrning av oljepannans energitillskott när värmepumpen ej räcker till effektmässigt.

3.3 Avloppssystemet

En dränkbar avloppsvattenpump placeras i pumpgroppen. Pumpen monteras med kopplingsfot och gejdör samt lyftanordning.

Rörsystemet utföres i rostfritt stål.

3.4 Styr- och reglerutrustning

Reglerutrustning med följande funktioner installeras.

- Styrventil SV3 styrs av reglercentralen så att ventilen står i sitt ändläge tills värmepumpen ej längre klarar att hålla utetemperaturkompenserad framledningstemperatur. Då öppnar ventilen och pannan tillåts starta efter en inställbar tid, 0 - 10 timmar.
- När pannan har startat skall den gå vid sin drifttemperatur, under en inställbar tid 0 - 48 timmar, oavsett värmebehovet.
- Oljepannans befintliga drifttermostat skall styra panntemperaturen när shuntventilen har lämnat sitt ändläge.

4 EKONOMISKA KALKYLER BASERADE PÅ FAKTISKA KOSTNADER

I detta avsnitt görs en mer detaljerad bedömning av lönsamheten för etapp 1. Som grund för kalkylen ligger det utvalda anbudet.

Det utvalda anbudet har en total entreprenadsumma av 285 000 kronor.

Detta pris omfattar värmepumpanläggningen, rörarbeten med värme- och avloppssystemet samt styr- och reglerutrustningen.

Värmefaktorn vid dimensionerande data och inklusive kringutrustning blir 3,2. Denna värmefaktor antas motsvara ett årsmedelvärde.

Energipriserna sätts till

- | | |
|---|--------------|
| - Eo1 - 1 400 kr/m ³
(årsmedelverkningsgraden 75 %) | 18,7 öre/kWh |
| - Elenergi för Kodammarna | 27,1 öre/kWh |

Detta relativt höga elenergipris har framkommit vid en närmare undersökning av driftkostnaderna för Kodammarna. Priset gäller högspänning och tar endast med de rörliga kostnaderna eftersom effektanslutningen inte påverkas av värmepumpinstallationen. Det höga elenergi priset får en negativ effekt på lönsamhetskalkylen. Undersökningar har påbörjats för att om möjligt ändra tariffen.

Med den givna dimensioneringen står oljepannan för 15 % av totala energibehovet på 225 MWh. 85 % kommer från värmepumpen.

Energibilden blir:

Oljeenergi:

$$225 \times 10^3 \text{ kWh} \times 0,15 = 34 \times 10^3 \text{ kWh} \text{ à } 18,7 \text{ öre ger} \\ 6\,400 \text{ kr/år}$$

Elenergi till värmepumpen:

$$225 \times 10^3 \text{ kWh} \times \frac{0,85}{3,2} = 60 \times 10^3 \text{ kWh} \text{ à } 27,1 \text{ öre ger} \\ 16\,300 \text{ kr/år}$$

Den totala årskostnaden blir 22 700 kronor.

Årsbesparingen blir:

$$30 \text{ m}^3 \times 1\,400 \text{ kr/m}^3 - 22\,700 \text{ kr} = 19\,300 \text{ kr/år}$$

Med investeringskostnaden, 285 000 kr, blir pay-offtiden

$$\frac{285\,000}{19\,300} = 15 \text{ år}$$

Den relativt höga pay-offtiden är starkt beroende av anläggningens storlek. Därför ger denna pay-offtid en skev bild av lönsamheten för större anläggningar. Lönsamheten för etapp 1 bör därför inte vara någon avgörande faktor för om installationen skall utföras eller inte.

De preliminära kalkylerna för etapp 2 visar på en god lönsamhet.

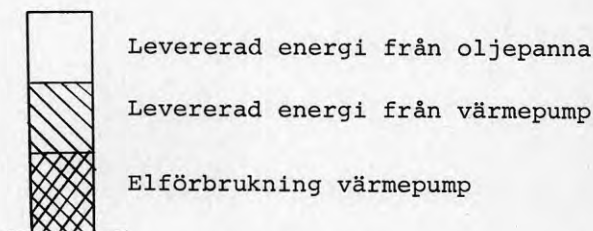
5 PROGRAM FÖR MÄTNING OCH UTVÄRDERING

5.1 Målsättning

För mätning och utvärdering ansvarar Statens Provningsanstalt i Borås. För att största möjliga nytta skall kunna fås av projektet, är avsikten att utvärderingen skall kunna ske i nära samarbete med värmepumpleverantör, konstruktör och användare.

Mätningarna avser att analysera energibesparingen vid värmepumpning från avloppsvatten för värmeförsörjning av Kodammarnas pumpstation.

Mätperioden avses omfatta ca 12 månader. Efter mätperiodens slut skall en energibalans, av nedanstående modell, kunna upprättas och jämföras med förväntat (beräknat) resultat.



Energibalans uppvärmning

Förutom energibalansen skall drifterfarenheter från denna anläggning insamlas så att dessa utnyttjas vid en eventuell fortsättning av projektet. Därför engageras både konstruktören och användaren i resultatgranskningen och utvärderingen.

5.2 Uppläggning

Systemet förses med mätutrustning så att upptagen energi från avloppsvatten, erhållen energi från värmepump och panna samt av värmepumpen förbrukat elenergi kan uppmätas. Placering av mätutrustning framgår av bilaga 6.

Val av mätutrustning görs så att en viss flexibilitet vad gäller registrering av mätdata erhålls. Därför anskaffas värmemängdsmätare och elmätare med pulsutgångar, så att även en kontinuerlig registrering kan ske.

Mätperiodens längd omfattar ett år och uppdelas i två mätserier med intensifierad mätinsats i samband med igångkörning av anläggningen.

Mätserie 1 innebär dygnsvis avläsning under ett år. Mätserie 2 innebär en intensifierad mätinsats under två kortare perioder (ca 5 dagar), varvid en datalogger används. Vidare innehåller den intensifierade mätserien en omfattande mätning av värmepumpens prestanda vid varierande driftförhållanden.

Mätserie 1

Mätserie 1		Mätserie 2
Mätserie 2	1981	Mätserie 2
1		12

Följande mätpunkter planeras:

- levererad energi från värmepump
- förbrukad elenergi, kompressor
- förbrukad elenergi, kringutrustning värmepump
- drifttid, kompressor
- levererad energi från oljepanna
- temperatur, till förångare
- temperatur, från förångare
- temperatur, till kondensator
- temperatur, från kondensator
- utetemperatur
- innetemperatur

6 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

För etapp 1 föreslås att

- värmepumpens kompressor drivs av en elmotor. Elmotor-driften blir billigare än dieselmotordriften. Dessutom är eldriften, på grund av erfarenheter från kyltekniken, mer beprövad.
- förångaren utformas som en stående vertikal tubpanna med avloppsvattnet i rören. Avsikten är att utröna om denna typ av förångare klarar problemen med igensättningar av avloppsvattnet utan fördyrande rensutrustning.

Om investeringen i etapp 1 betraktas som en åtgärd för att få lägre uppvärmningskostnader för pumpstationen är investeringen tveksam. Eftersom avsikten med etapp 1 är att få erfarenhet till större anläggningar är lönsamhetskravet för etapp 1 av mindre betydelse.

Eftersom de ekonomiska kalkylerna pekar på att stora anläggningar av denna typ kan uppvisa god lönsamhet, föreslås att pilotanläggningen för etapp 1 uppförs snarast möjligt.

Stora värmepumpar ger en bättre lönsamhet på grund av bättre värmefaktor och lägre specifik investeringskostnad (kr/kW), men eftersom denna tillämpning med grovrensat avloppsvatten som värmekälla är relativt obeprövad, avvägts erfarenheterna från etapp 1 innan etapp 2 genomförs.

REFERENSER

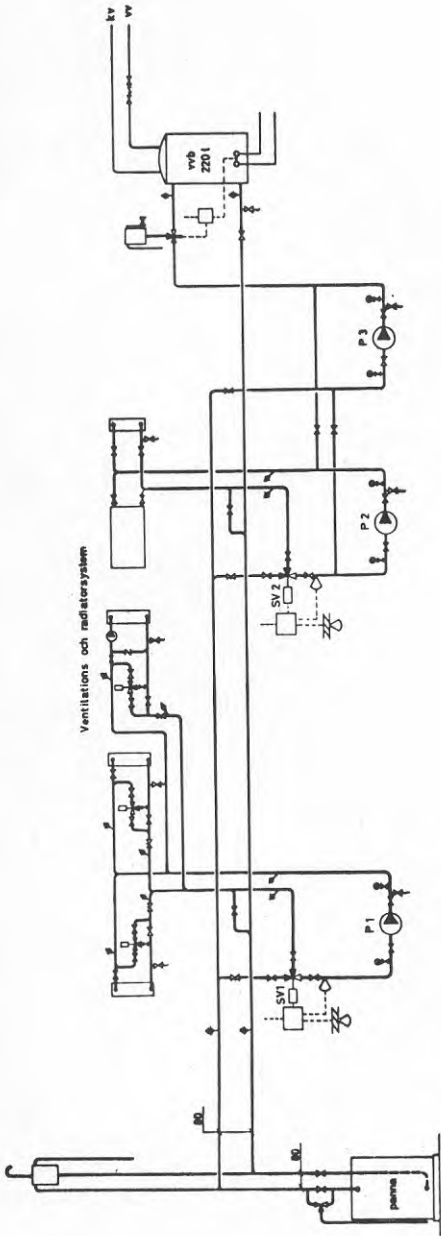
AVLOPPSVÄRME

Rapport till NE, K-Konsult 1980

Värmepumpboken

Lars-Olof Glas

- ELTILLGÅNGSKRÄFTIGSÅL
- RV TRAFIKLÄMSTEN
- VV TRAPPANVÄTTAR
- VVB TRAPPANVÄTTARENSÅL
- P CIERDÅTILDRPUMP
- RV ETTVÄRMTIL



GÖTEBORGS VA-VÄRK

ERIKSSON

KODAMMARNAS PUMPSÅTION

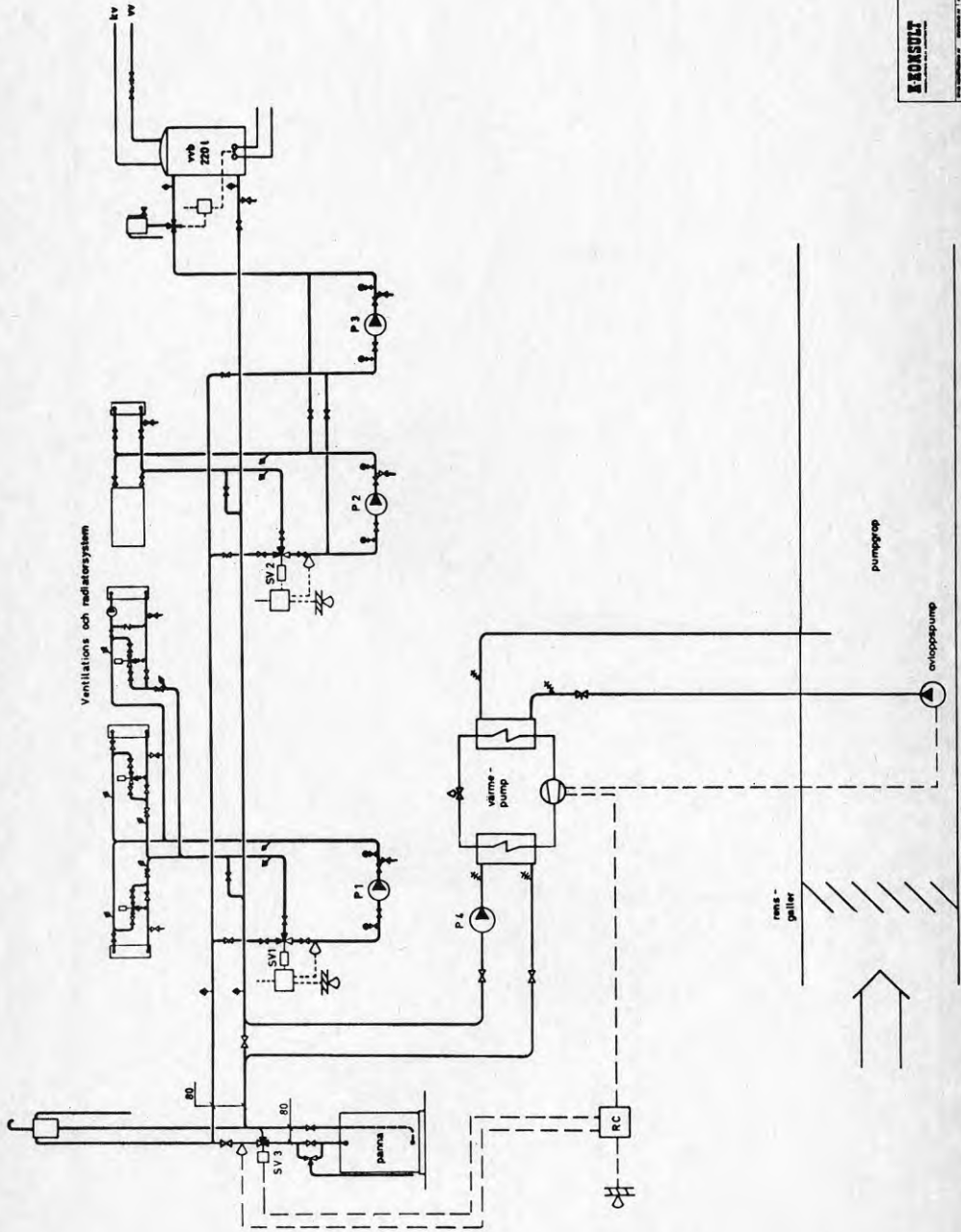
Principiødsschema
Värmeanläggning fòre installa-
tion av värmeplump

Blågågå 2

VS : 1

Göteborg 800606

- STV STRÖMSTYCKE
- TV TRÅDFÄLLVÄTTER
- VV VÄRMEVÄTTER
- VV VÄRMEVÄTTER
- CFV CENTRIFUGALPUMP
- SV STRÖMSTYCKE
- MC MÅLTÄNKA



GÖTEBORGS VA - VEMK

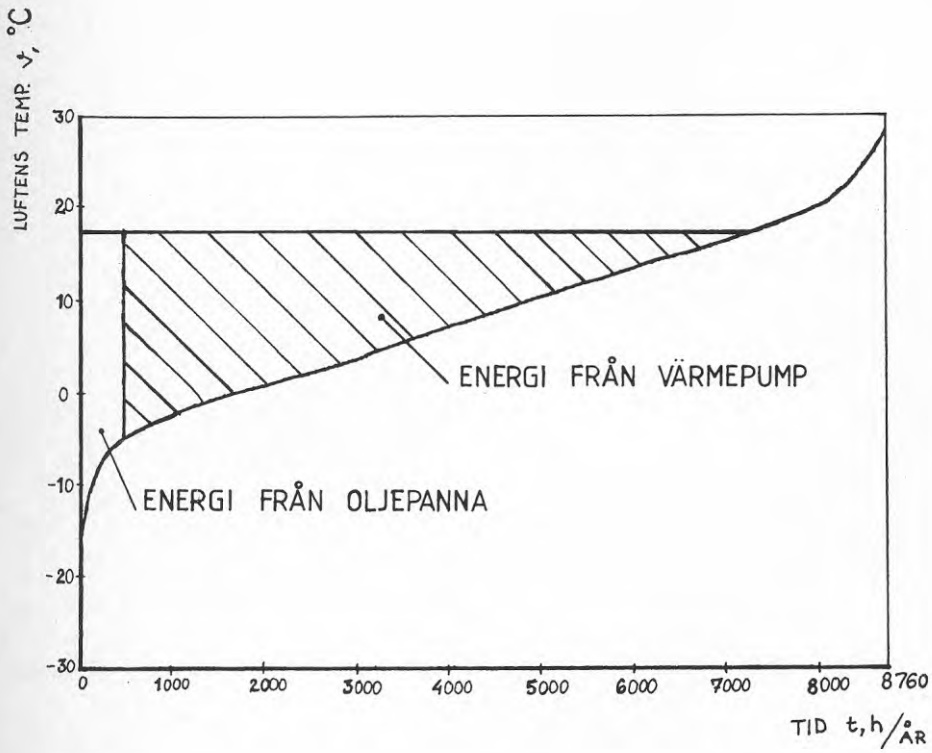
KONSULT
 KONSULTFÖRETAG
 GÖTEBORGS VA - VEMK

KONJUNKTIONENS FUNKTION
 Värmeåtervinning
 Värmeåtervinning efter installation av värmepump
 Byggn. 3

Göteborg 800006

VS-2

VARAKTIGHETSDIAGRAM



VATTENUNDERSÖKNING

Beteckning: KODAMMARNA

Provtagningsdatum: 1980-06-24 Provtagare: L Gustavsson

Prov			Sign
Temperatur	°C		
Färgtal	mgPt/l		
Grumlighet	FTU		
Luktstyrka (60°C)	-		
Torrsubstans	mg/l	346	AK
Glödgningsrest	mg/l	240	AK
Glödgningsförlust	mg/l	106	AK
Konduktivitet (25°C)	mS/m	56	CB
pH-värde	-	7,4	AK
Redoxpotential (ref:)	mV		
Oxygen	mgO ₂ /l		
Biokemisk oxygenförbrukning(7d)	mgO ₂ /l		
Permanganattal	mgKMnO ₄ /l		
"	mgO ₂ /l		
Dikromattal	mgK ₂ Cr ₂ O ₇ /l		
"	mgO ₂ /l		
Totalhårdhet	mgCa/l	43	CB
"	mgCa _{o d}	6,0	CB
Kalcium	mgCa ²⁺ /l		
Magnesium	mgMg ²⁺ /l		
Järn	µgFe/l	1100	UC
Mangan	mgMn/l	0,12	BE
Aluminium	mgAl ³⁺ /l		
Natrium	mgNa ⁺ /l		
Kalium	mgK ⁺ /l		
Kisel	mgSi/l		
Hydrogenkarbonat	mgHCO ₃ ⁻ /l	100	CB
Klorid	mgCl ⁻ /l		
Sulfat	mgSO ₄ ⁻ /l	32	IN
Ammoniumnitrogen	µgN/l	9,12	MD
Organiskt nitrogen	µgN/l	5,58	MD
Nitritnitrogen	µgN/l	0,15	MD
Nitratnitrogen	µgN/l	0,41	MD
Totalnitrogen	µgN/l	15,26	MD
Fosfatfosfor	µgP/l	0,8	RE
Totalfosfor	µgP/l	2,6	RE
Klor	mgCl ₂ /l		
Suspenderade ämnen	mg/l	-	

Tot ant bakterier (22°C)/ml
 Tot ant kolif bakt (35°C, MF)/100ml
 Ant termost kolif bakt (44°C, MF)/100ml
 Anm:

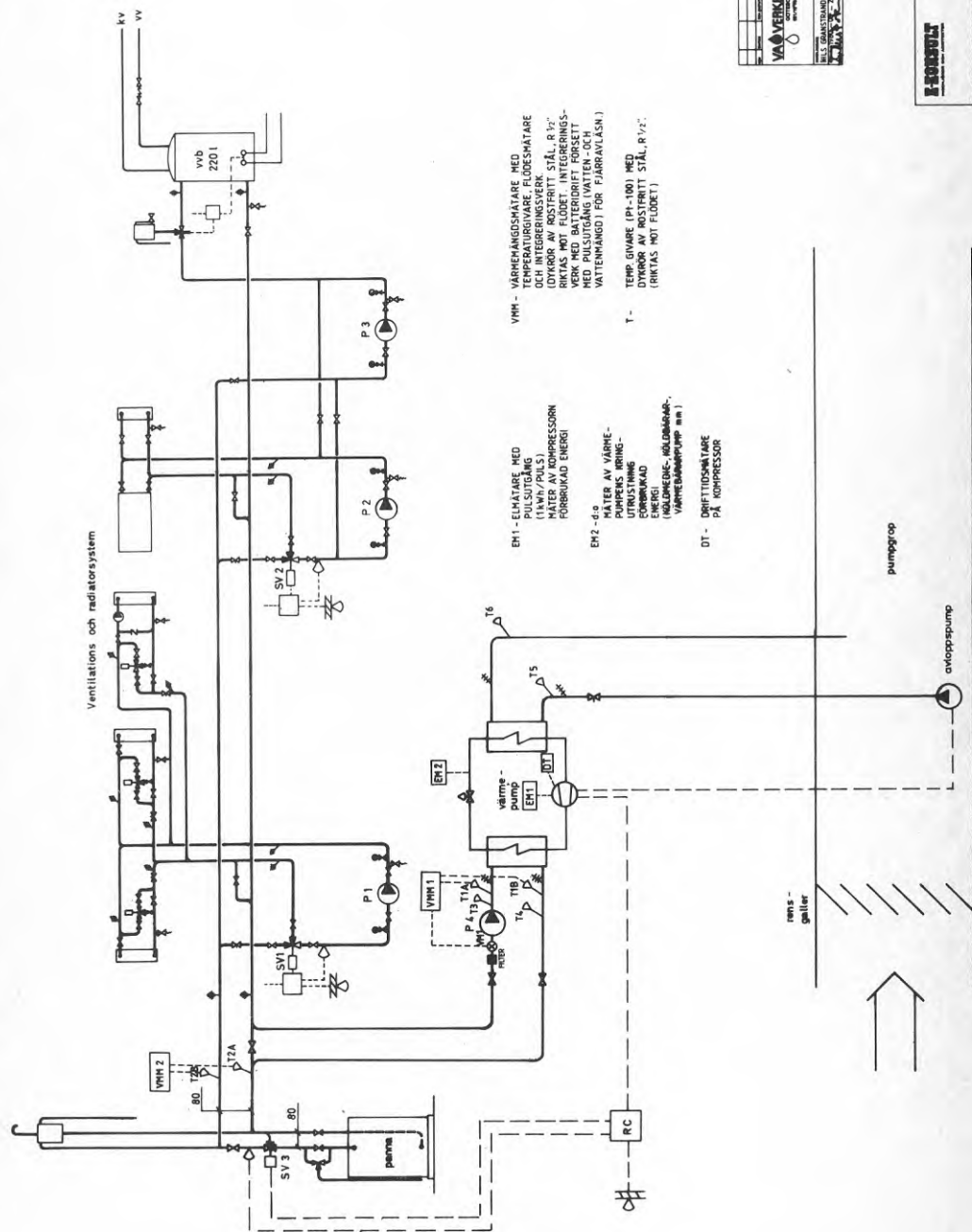
Göteborg, 1980-07-21

I Aronsson

I Aronsson

- LETTRENDERBÄRIGARE
- KV - KÄLLAVATTEN
- VV - VÄRMEVATTEN
- VVB - VÄRMEVATTENBEREÄDARE
- P - CIRCULATIONSPUMP
- SV - STYRVENTIL
- RC - REGULERINGSTAV

Ventilations och radiatorsystem



- EM1 - ELKÄTARE MED PULSUTGÅNG (11kW/PULS) MÅTER AV KOMPRESSORNS FÖRBRUKNAD ENERGI
- EM2 - 4-3 PÅTÄR AV VÄRMEPUMPENS RING-UTRUSTNING FÖRBRUKAD VÄRMEENERGI (KÖLLEDNINGS- VÄRMEKÄLLAN PÅ MIN.)
- DT - DRIFTTIDSMÄTARE PÅ KOMPRESSOR
- VNH - VÄRMEÄNDRINGSKÄTARE MED TEMPERATURGIVARE, FLODESMÄTARE OCH INTEGRERINGSVERK (DYRKOR AV ROSTFRITT STÅL, R1/2, R2/2, R3/2) MÅTER AV VÄRMEVATTENVERK MED BATTERIET FÖRSETT MED PULSUTGÅNG (VATTEN- OCH VATTENMÄNGD) FÖR FJÄRRÄVLAS.
- T - TEMP. GIVARE (Pt-100) MED DYRKOR AV ROSTFRITT STÅL, R1/2, (RINNAS MOT FLODET)

VÄRMEKÄLLAN		KODNAMNENS PUMPESTATION	
VÄRMEKÄLLAN		FÖRSLAG TILL HÄTTPUNKTER	

GÖTEBORGS VA-VERK

Rinnsv. 1/2, filter

80/PS

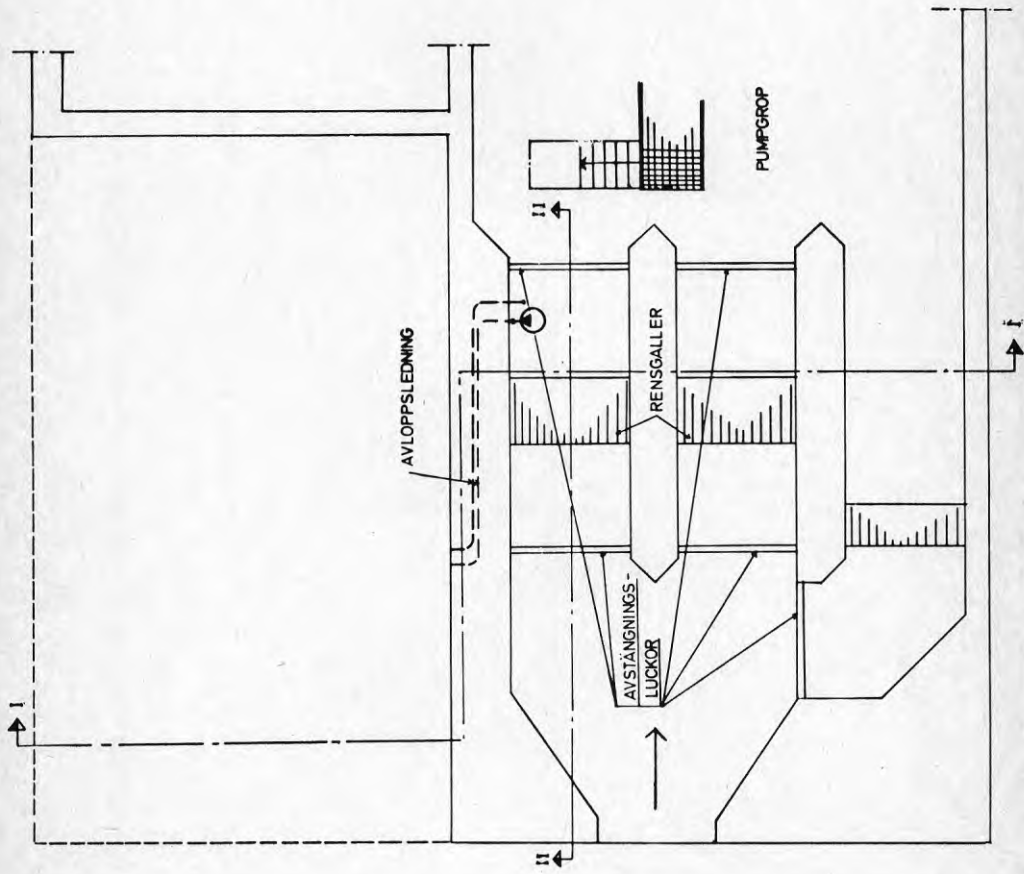
KODNAMNENS PUMPESTATION

Principskiss för installation av Värmeväxlare efter beställning av Värmeväxlare

Bilaga 6

VS: 2 a

Göteborg, 800606

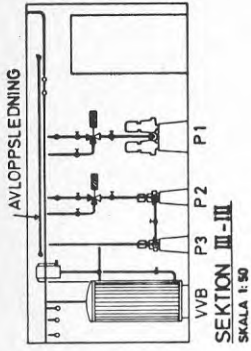
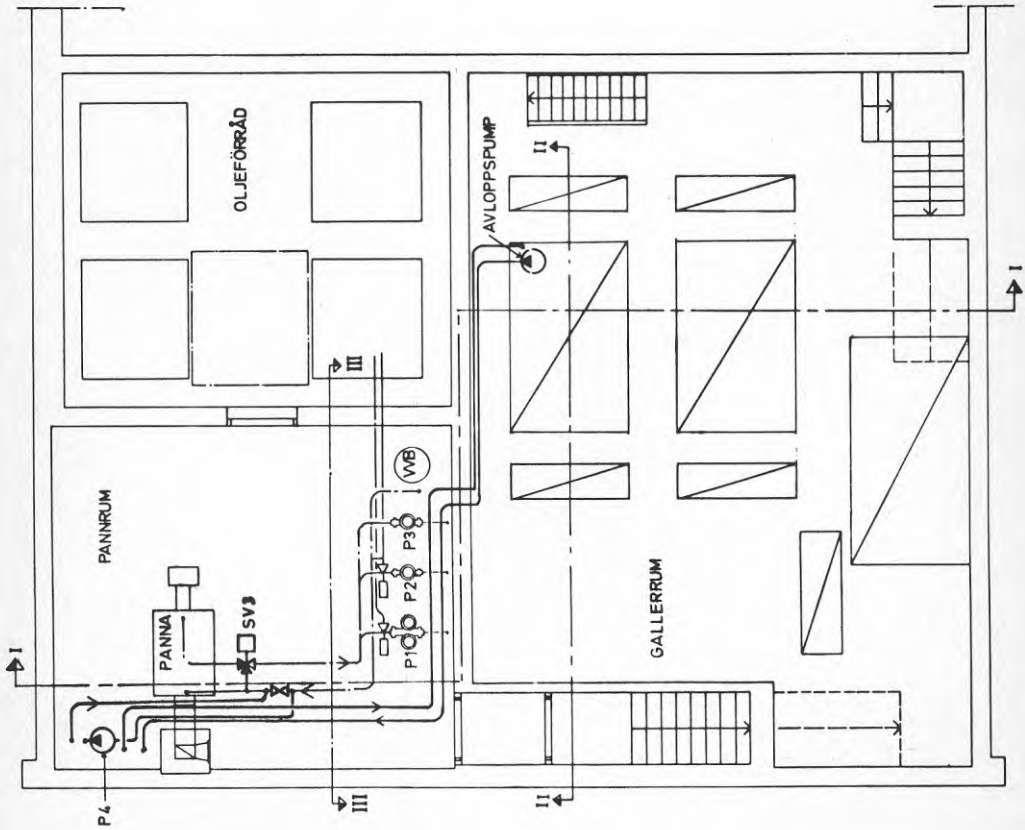


GÖTEBORGS VA - VERK

NOG	AVT	REKONSTRUKTION	ANVÄN	BYGGN	DATUM
KODAMMARNAS PUMPSTATION					
PLAN + 3.50					
				BYGGNINGSNUMMER	SKALA 1:50
				Bilaga 7	NOG 700 730
				GÖTEBORGS VA - VERK	VS . 3
				GÖTEBORGS VA - VERK	800624

BONSULT
TEKNIK OCH BYGGNAD

BYGGNADEN AVSEER PÅ: GÖTEBORGS VA - VERK
GÖTEBORGS VA - VERK
GÖTEBORGS VA - VERK



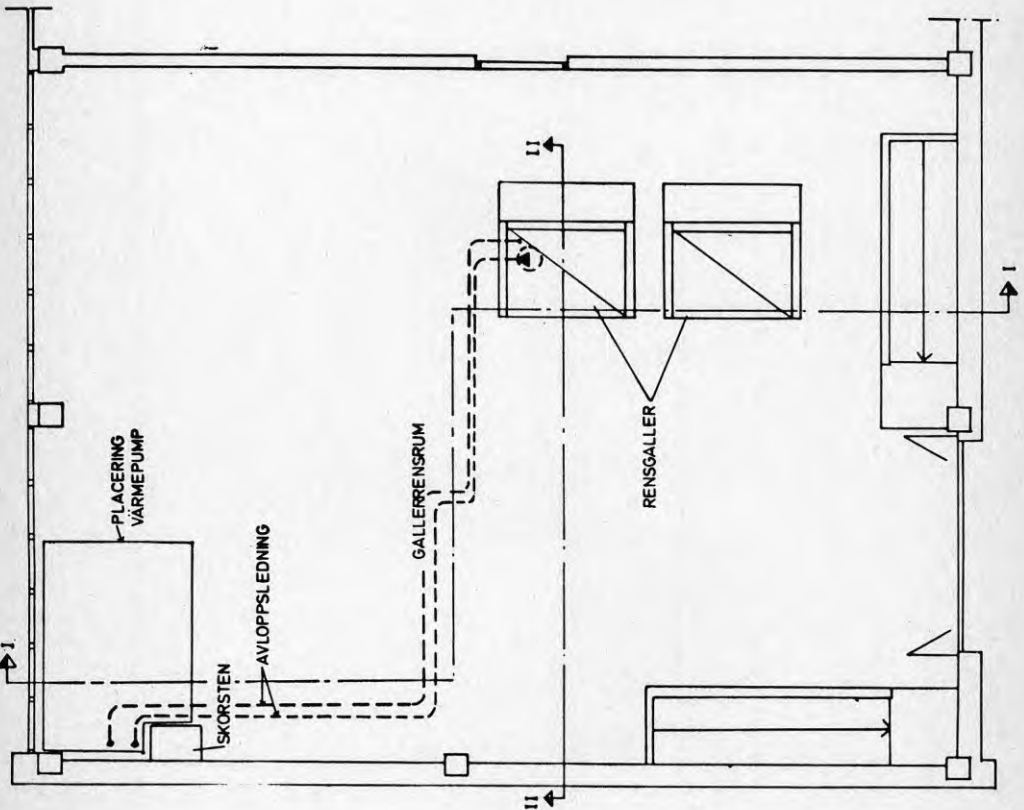
GÖTEBORGS VA-VÄRK

PROJEKTANT	REVISOR	DATE	SCALE
KONSULT	KODAMMARNAS PUMPFSTATION		
PLAN +9,35			
Bilaga 8		SKALA 1:50	
GÖTEBORG 800624		VS: 4	

KONSULT
 KODAMMARNAS PUMPFSTATION

Bilaga 8
 VS: 4

GÖTEBORG 800624



GÖTEBORGS VA-VERK

BYGGNAD	RENOVATION	BYGGNAD	BYGGNAD
KODAMMARNAS PUMPSTATION			
P LAN +12,50			
BYGGNADENS NAMN		BYGGNADENS SKALA	
Bilaga 9		1:50	
BYGGNADENS NUMMER		BYGGNADENS DATUM	
54197-024-48		VS: 5	
GÖTEBORGS 800624			

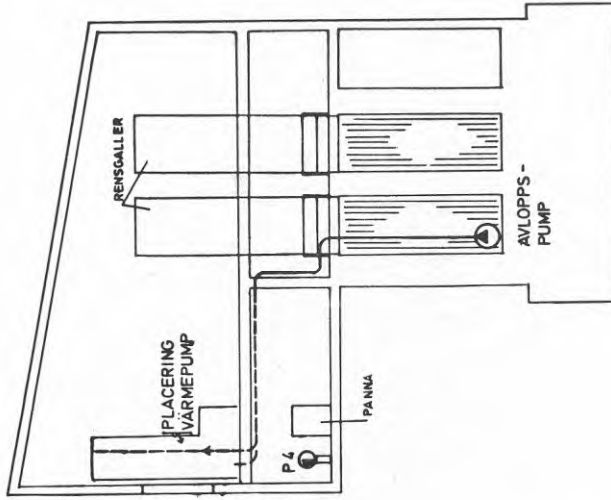
ERIKSSON
 BYGGNADSBYGGNAD

BYGGNADENS BYGGNAD
 H. 54197-024-48

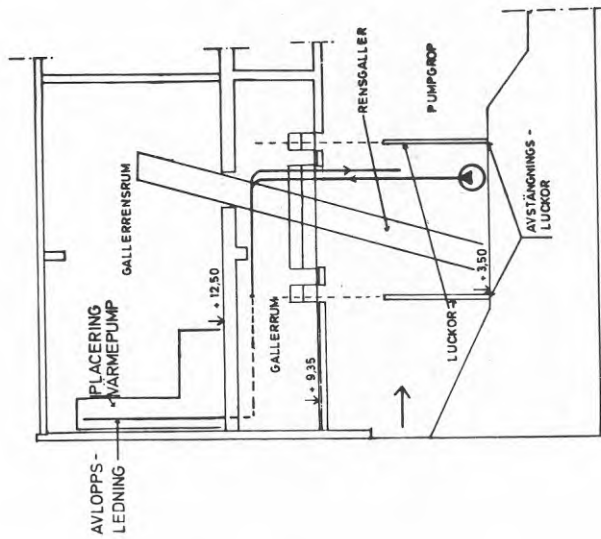
BYGGNADENS BYGGNAD

V

BYGGNADENS BYGGNAD



SECTION I-I



SECTION II-II

GÖTEBORGS VA - VERK

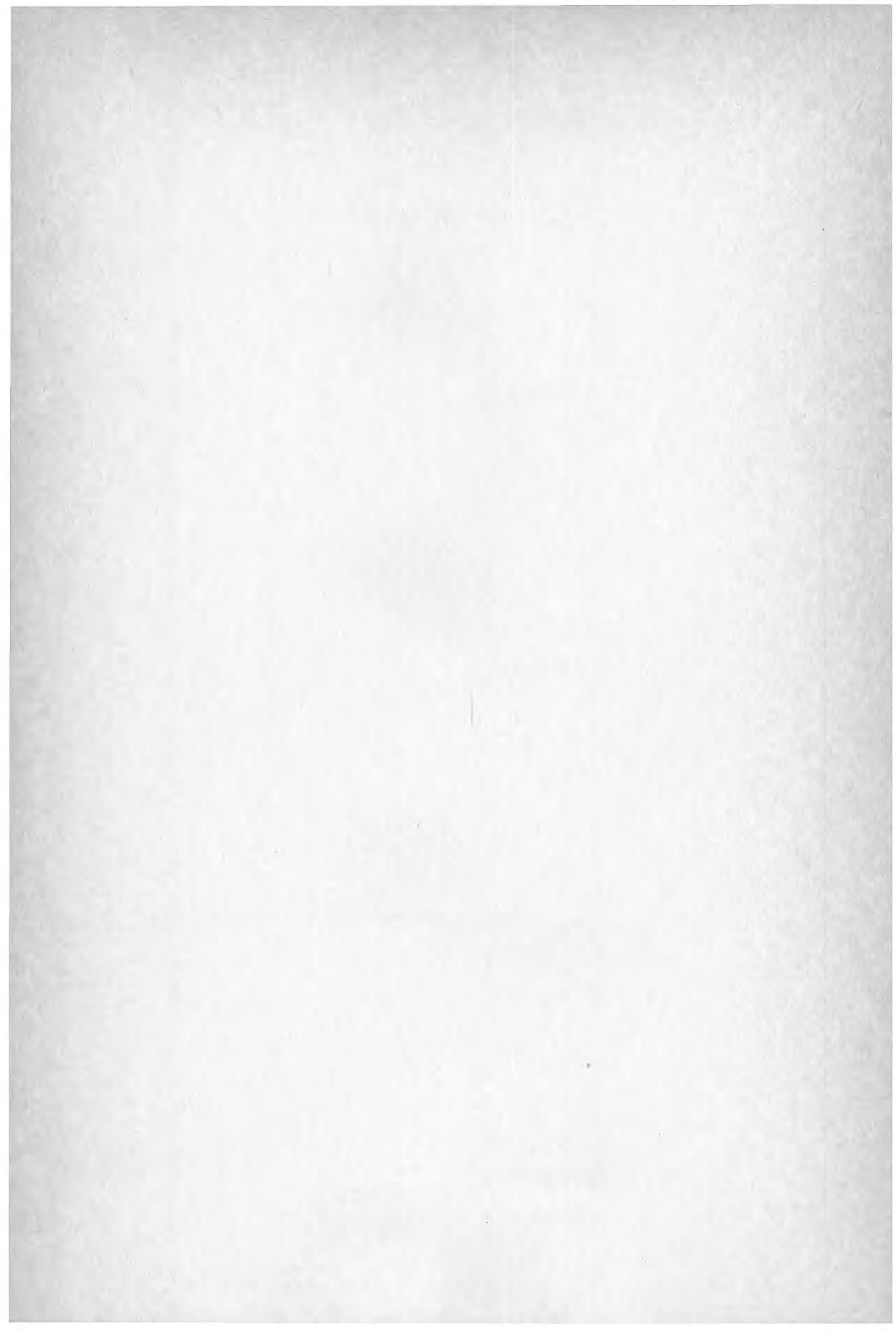
REG	ANT	REKONSTRUKTION	AVSER	BYGG	DATEM

KONSULT
 KODAMMARNAS PUMPESTATION
 SEKTIONER

PROJEKTANTEN: K. BRUNNEN
 64183-024-16

Bilaga 10
 SKALA 1:100
 VS: 6

GÖTEBORG 800624





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
791647-2 från Statens råd för byggnadsforskning
till Göteborgs vatten- och avloppsverk.**

R37: 1981

ISBN 91-540-3484-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6700337

**Abonnemangsgrupp:
W. Installationer**

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

Cirkapris: 20 kr exkl moms