



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

R49:1981

# Värmepump med ismaskin för 43 lägenheter i Sälen

Förstudie

Sven-Erik Persson

INSTITUTET FÖR  
BYGGDOKUMENTATION

Accnr 81-0873

Plac *Ser*

*V  
M*

Byggeforskningsrådet

*Ser*

R49:1981

VÄRMEPUMP MED ISMASKIN FÖR 43 LÄGENHETER I SÄLEN  
Förstudie

Sven-Erik Persson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 800320-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till Stiftelsen  
Malungshem, Malung.

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

R49:1981

ISBN 91-540-3479-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1981 153122

## INNEHÅLL

BETECKNINGAR . . . . .	5
1 SAMMANFATTNING . . . . .	7
1.1 Sälen Östra 8:3 . . . . .	7
1.2 Energivalet . . . . .	7
1.3 Värmekälla . . . . .	8
1.4 Isvärmepump . . . . .	9
1.5 Några tekniska data . . . . .	9
1.6 Investeringskostnader och energibesparingar . . . . .	9
1.7 Forskning och tillämpad teknik behövs . . . . .	10
2 ALLMÄNT OM PROJEKTET . . . . .	13
2.1 Bakgrund . . . . .	13
2.2 Varför värmepump? . . . . .	14
2.3 Varför älvvatten som värmekälla? . . . . .	14
2.4 Resultatanvändning . . . . .	15
3 ÄLVVATTEN SOM VÄRMEKÄLLA . . . . .	16
3.1 Vattentemperatur och vattenföring . . . . .	16
3.1.1 Vattentemperatur . . . . .	18
3.1.2 Värmepumpens inverkan på vattentemperaturen . . . . .	18
3.1.3 Vattenföring . . . . .	19
3.1.4 Flygel- och ytflottörmätning . . . . .	20
3.2 Föroreningars inverkan . . . . .	22
3.3 Ekologiska - juridiska problem . . . . .	22
3.3.1 Rätt till ytvattnet . . . . .	23
3.3.2 Markägarens tillstånd . . . . .	23
4 TEKNISK BESKRIVNING AV PROJEKTET . . . . .	24
4.1 Byggnadsprojektet . . . . .	24
4.2 Utvändiga arbeten . . . . .	24
4.2.1 Ledningsdragning . . . . .	24
4.2.2 Pumpstation . . . . .	27
4.2.3 Intags- och utloppsledning . . . . .	27
4.3 Värmecentral . . . . .	27
4.3.1 De olika alternativen . . . . .	27
4.3.2 Allmänt om värmepumpar . . . . .	29
4.3.3 Isvärmepump i Sälen . . . . .	29
4.3.4 Varför ackumulator? . . . . .	33
4.3.5 Systemkoppling . . . . .	33
4.4 Undercentraler . . . . .	37
4.4.1 Tvåvägsventiler - varierande flöde . . . . .	37
4.4.2 Trevägsventiler - konstant flöde . . . . .	37
5 EFFEKT - ENERGIKALKYLER . . . . .	38
5.1 Effektbehov . . . . .	38
5.1.1 Värme, ventilation . . . . .	38

5.1.2	Tappvarmvatten . . . . .	38
5.1.3	Överföringsförluster . . . . .	38
5.1.4	Sammanlagrad effekt . . . . .	39
5.1.5	Dimensionering för tappvarm- vatten . . . . .	40
5.1.6	Dimensionering för shunt- grupper . . . . .	41
5.2	Energibehov . . . . .	41
5.2.1	Energi för värme, ventilation .	41
5.2.2	Energi för tappvarmvatten . . .	41
5.2.3	Överföringsförluster . . . . .	42
6	KOSTNADSKALKYLER . . . . .	43
6.1	Anläggningskostnader . . . . .	43
6.1.1	Vad kostar ett lågtemperatur- system . . . . .	43
6.1.2	Kostnader för värmeproducerande anläggning . . . . .	44
6.2	Drift- och underhållskostnader .	47
6.2.1	Energiflöden, oljeförbrukning .	47
6.2.2	Kostnader . . . . .	49
6.3	Utvärdering . . . . .	50
6.4	Isvärmepumpens ekonomiska förutsättningar . . . . .	50
7	MÄTPROGRAM . . . . .	52
7.1	Allmänt . . . . .	52
7.2	Mätpunkter . . . . .	52
7.3	Bearbetning av mätdata . . . . .	53
7.4	Drifterfarenheter . . . . .	53
	LITTERATUR . . . . .	54



## BETECKNINGAR

P	Effekt
P <sub>1</sub>	Värmeeffekt
P <sub>2</sub>	Kyleffekt
P <sub>k</sub>	Axeffekt, kompressor
P <sub>t</sub>	Tillförd effekt
F	Flöde
q	Sannolikt flöde (enl VA-byggnorm)
Q	Normalflöde (enl VA-byggnorm)
Q	Värmeenergi
V	Volym
E	Drivenergi, elenergi
T	Temperatur °K
t	Temperatur °C
Φ	Värmefaktor
Θ	Sannolikhetsfaktor (enl VA-byggnorm)
K	Kompressor
KD	Kondensor
VVX	Värmeväxlare
VVB	Varmvattenberedare
P	Cirkulationspump
EXP	Expansionskärl
TM	Temperaturmätare
GT	Givare temperatur
GP	Givare tryck
GF	Givare flöde
RC	Reglercentral
SV	Styrventil
ST	Ställdon

AV	Avstängningsventil
NS	Avstängningsventil, normalt stängd
NÖ	Avstängningsventil, normalt öppen
RV	Reglerventil - strypventil
BV	Backventil
HHQ	Högsta värde på vattenföringen
MHQ	Medelvärde av de enskilda årens högsta värden på vattenföringen
MQ	Medelvärde på vattenföringen
MLQ	Medelvärde av de enskilda årens lägsta värden på vattenföringen
LLQ	Lägsta värde på vattenföringen



## 1 SAMMANFATTNING

Stiftelsen Malungshem i Malung avser att bygga ett bostadsområde innehållande 43 lägenheter i vintersportorten Sälen i nordvästra Dalarna. Förstudien behandlar möjligheten att som huvudsaklig värmeproducent installera en "isvärmepump". Projektledare har varit stiftelsens förvaltningschef Bengt Grellsgård.

### 1.1 Sälen Östra 8:3

Rapporten behandlar möjligheten att använda värmepumpar i en miljö där värmekällorna känns avlägsna, och den säkraste (?) lösningen verkar vara en tankbil med eldningsolja varje månad.



Fig 1.1 Miljö för värmepumpar?  
Foto: Inge Persson, Lima

I detta fall har dock byggnadsobjektet Sälen Östra anpassats till uppvärmning med värmepump. Anpassningen innebär att värme distribueras i ett s k lågtemperatursystem, och värmecentralen utförs med tillräckliga ytor för ev installationer.

Enligt denna rapport ökar totala produktionskostnaden för byggnadsobjektet med mellan 0,4 och 0,9 % för installation av ett lågtemperatursystem. Man måste då ha i minnet, att detta värmesystem skapar förutsättningar för att i framtiden använda alternativa energiformer t ex solenergi och energi via värmepumpar.

### 1.2 Energivalet

Dagens energisituation med ett ökande el-överskott

präglas av motsättningar. Det tillfälliga el-överskottet skall naturligtvis användas, men hur? Rikspolitiker, kommunalpolitiker och tekniker, alla är de lika oeniga.

Direktelvärme ger snabbast det önskade resultatet, men binder oss inför framtiden på ett sätt, som vi inte bör acceptera. Kärnkraften, som orsakar el-överskottet skall avvecklas med början redan på 1990-talet och ersättas med något annat - ingen vet vad.

Värmepumpar i vatten- eller luftburna värmesystem är en ur nationalekonomisk synpunkt god lösning, eftersom den exklusiva elenergin utnyttjas effektivt, och ger minst dubbelt så stort utbyte i värmeenergi som direktelvärme eller elenergi i elvärmepannor.

### 1.3 Värmekälla

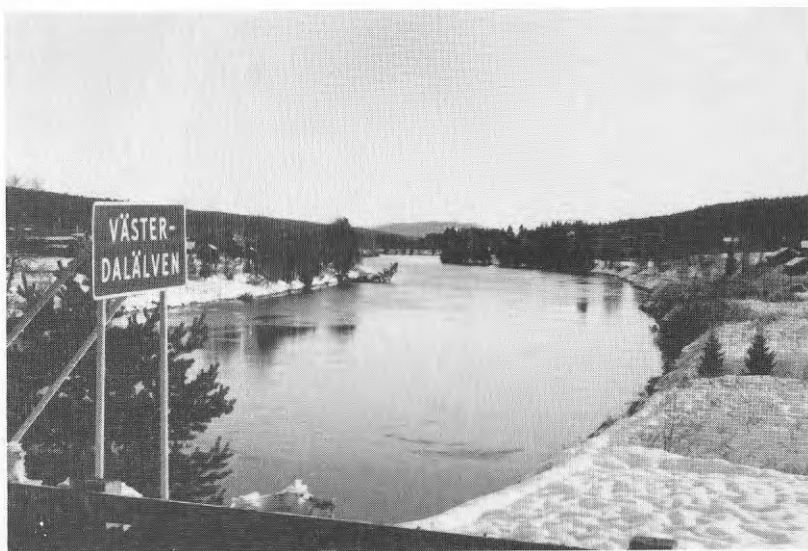


Fig 1.2 En svensk energiresurs?  
Foto A, S.E Persson

Det vanliga mätetalet "energi" tar ingen hänsyn till hur användbar en energimängd är. Termen "exergi" är enkelt uttryckt, produkten av en energimängd och dess omvandlingsbarhet i mekanisk energi.

Med exergibegreppet anbringat på vårt problem förstås, förutom att elenergi är en tillgång vi bör spara på, att även energi som t ex den "lågvärda" i ytvatten bör utnyttjas.

Det ytvatten som finnes tillgängligt i Sälen är Västerdalälven. Detta, liksom övriga vattendrag i Sverige har under vintern en vattentemperatur mycket nära 0°C.

#### 1.4 Isvärmepump

För att kunna använda vattnet i Västerdalälven som värmekälla i en värmepump året runt, föreslås en förångare typ "Älvkarleby", tillverkad av Termofrost energi teknik AB. Denna förångare arbetar med kontinuerlig påfrysning (isbildning) och kontinuerlig avfrostning enligt ett "rullande" system.

Älvsvattnet pumpas upp till en golvgröp i värmecentralen av en pump nere vid älven. Sedan vattnet passerat förångaren och en del av vattnet fryst till is pumpas det tillbaka ut i älven tillsammans med isen.

Värmepumpen föreslås få en skruvkompressor med steglös kapacitetsreglering. Reglersystem och övriga tekniska arrangemang beskrivs detaljerat i rapporten.

#### 1.5 Några tekniska data

För värmecentralens uppbyggnad finns fyra olika alternativ:

- I Konventionell anläggning med primärt oljeeldad värmepanna
- II Värmepump 128 kW kompletterad med oljeeldad värmepanna
- III Värmepump 184 kW kompletterad med oljeeldad värmepanna
- IV Värmepump 184 kW kompletterad med elvärme-panna för lågspänningsabonnemang

Värmepumpen arbetar med kondenseringstemperatur  $57,5^{\circ}\text{C}$  och förångningstemperatur  $-7,5^{\circ}\text{C}$  vid dim älvvattentemperatur  $\pm 0^{\circ}\text{C}$ . Vattentillförseln från älven beräknas till 18 ton/h och isproduktionen till ca 46 ton/dygn.

Dalälvens minimivattenföring, LLQ vid Sälen är  $8,2 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vid vattenföringen  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  och maximal värmepumpeffekt sänks vattentemperaturen i älven endast  $0,0057^{\circ}\text{C}$ . Sommartid, då vattenföringen kan antas vara min  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  sänks vattentemperaturen endast  $0,0011^{\circ}\text{C}$ .

#### 1.6 Investeringskostnader och energibesparingar

Om värmecentralen utförs enligt alt I beräknas investeringskostnaden bli 230000 kr. Om denna kostnad tas som grundinvestering för värmecentralen blir merkostnaden:

för alt II	591 000 kr
för alt III	680 000 kr
för alt IV	594 000 kr

Det årliga energibehovet för uppvärmning och tappvarmvatten beräknas bli 470 MWh.

I alt I beräknas oljeförbrukningen till  $63 \text{ m}^3 \text{ EO1/år}$ .  
I alt II sjunker förbrukningen till  $6 \text{ m}^3/\text{år}$  och i alt III till  $2 \text{ m}^3/\text{år}$ .

I alt II och III blir elförbrukningen för värmepump och hjälpmaskiner  $213 \text{ MWh/år}$ . Årsvärmefaktorn för värmepumpen beräknas bli 2,18 i alt II och 2,29 i alt III och IV.

I förhållande till alt I väntas besparingen för drift och underhåll bli:

för alt II	25 000 kr
för alt III	26 000 kr
för alt IV	26 000 kr

Den direkta energikostnadsbesparingen är ungefär dubbelt så stor, allt räknat i dagens energipriser.

### 1.7 Forskning och tillämpad teknik behövs

Detta projekt och denna rapport behandlar en teknik för att installera isvärmepumpar. Förvisso finns många andra lösningar, som t ex det BFR-stödda Brämhultsprojektet i Borås.

Med den teknik som planeras i Sälen-projektet framstår våra svenska vattendrag som en anseelig värmekälla för värmepumpar.

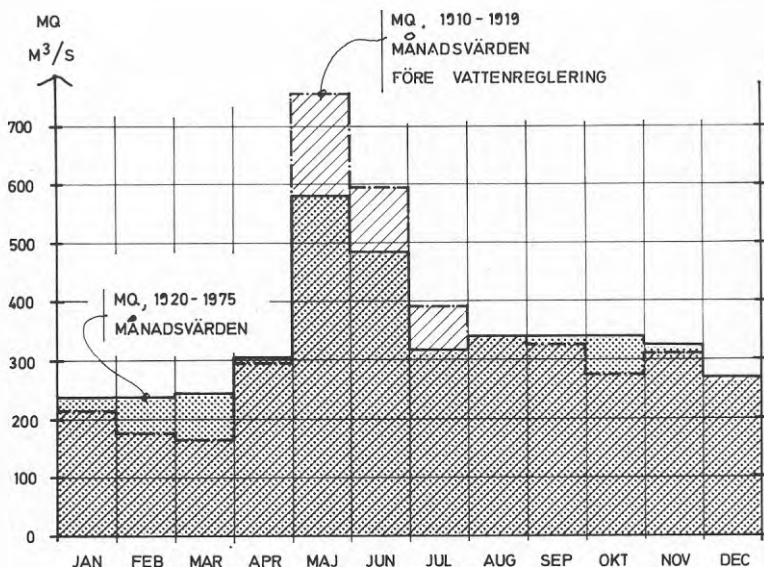


Fig 1.3 Medelvattenföring vid Bäsingen i Dalälven ca 8 mil från kusten.

Källa: "Vattenföring i Sverige" (1979)

Genom den stora vattenföringen som älvarna har när de närmar sig kusten, är det möjliga energiuttaget här mycket stort. Vattenföringen är här också jämnare utspridd över årets månader, mest beroende på att älvarna reglerats.

Om man betraktar vattentemperaturen, visar det sig att den är lika låg närmare havet som i Sälen, om man betraktar den kritiska perioden dec t o m mars.

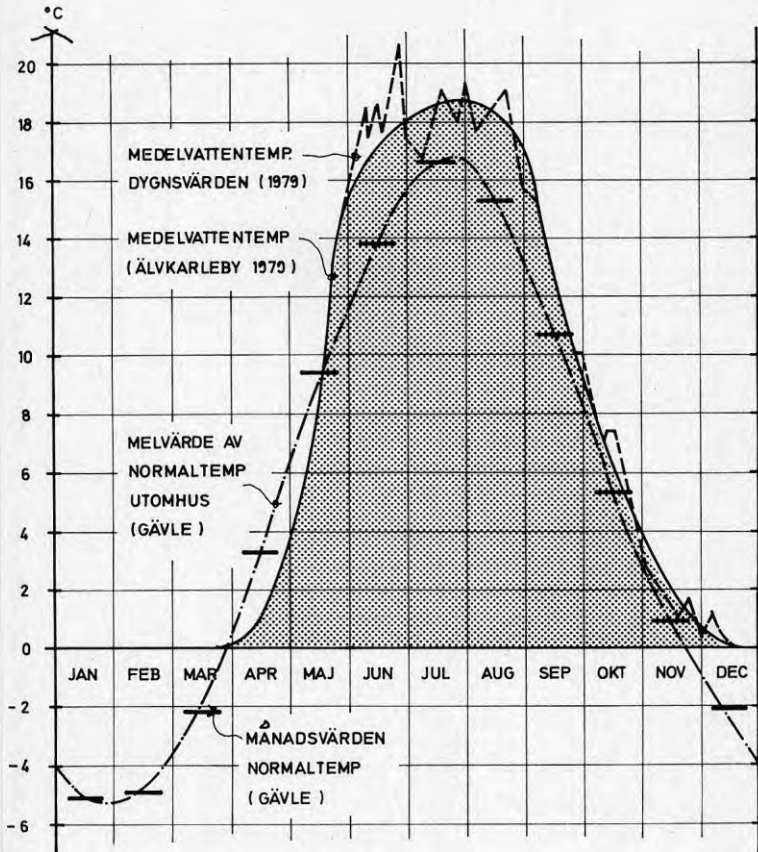


Fig 1.4 Medelvattentemperaturen vid Älvkarleby 1979 samt normaltemperatur för Gävle.  
Källa: Vattenfall och "Klimatdata för Sverige"

Isvärmepumpar behövs således, men vad erfordras för att göra dem lönsamma?

- relativt stora anläggningar, > 200 kW
- lång utnyttningstid, > 6000 h/år



- garanterad driftsäkerhet
- lägre pris genom serietillverkning
- rimligt avstånd till värmekällan

Var finns då förutsättningar för att installera dessa värmepumpar? Här behövs forskning för att utröna dels kraven på värmekällan, dels var dessa krav kan uppfyllas.

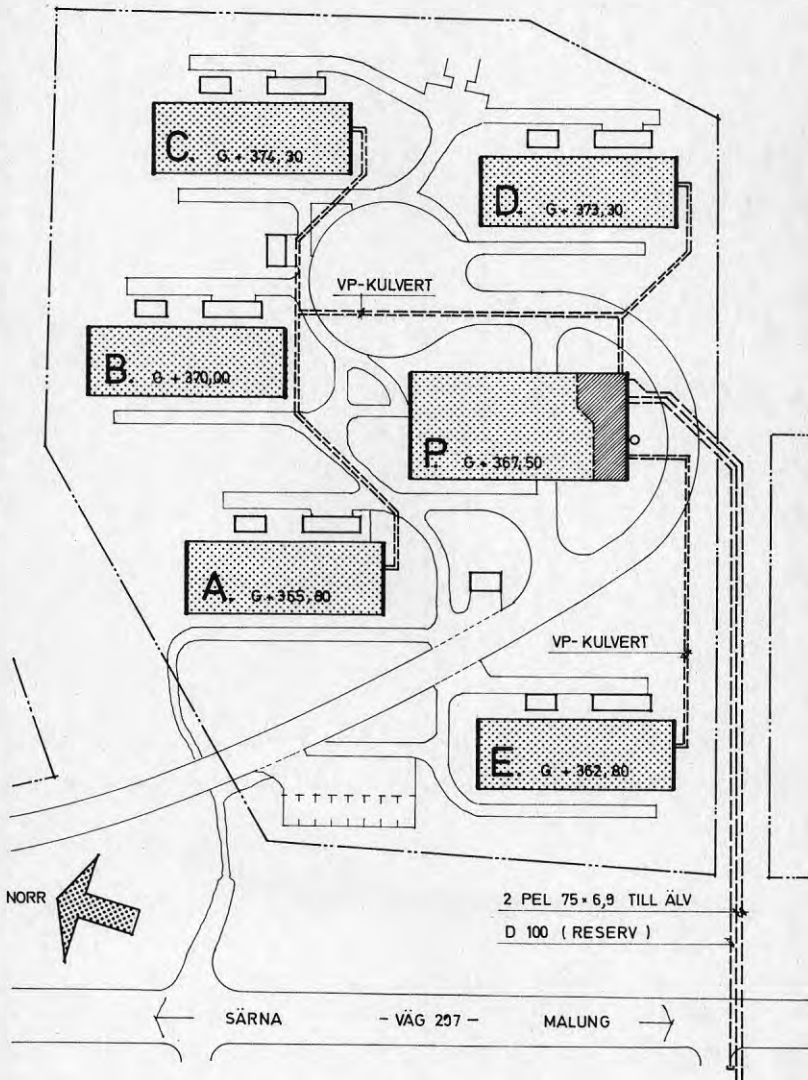
För att kunna utföra denna forskning krävs då tillämplad teknik, dvs anläggningar med isvärmepumpar i drift. Sälenprojektet visar dålig lönsamhet, till största delen beroende på dålig utnyttjningstid och stor inbyggd säkerhet mot driftstörningar.

Trots detta, eller kanske tack vare den inbyggda säkerheten, måste Sälenprojektet genomföras för att få studera:

- förångare i drift
- transportsystem för isblandat vatten
- påverkan av isutsläpp i vattendrag

FIGUR 2.1

SITUATIONSPLAN ÖVER PLANERADE FLERFAMILJSHUS SÄLEN ÖSTRA 8:3.  
 VÄRMECENTRALEN INRYMS I P-HUSETS SÖDRA DEL. VÄRMEVATTEN (VP)  
 DISTR. MED FRAMLEDNINGSTEMP +55 °C HELA ÅRET.



### 2.1 Bakgrund

Stiftelsen Malungshem i Malungs kommun avser att bygga ett bostadsområde innehållande 43 lägenheter i vinterportorten Sälen, 7 mil norr om Malung.



Färdiga entreprenadhandlingar föreligger i dec 1980 varför byggnadsarbetena skall påbörjas i juni 1981 om finansieringsfrågan kan lösas.

Bostadshusen skall byggas i en kraftig sluttning ner mot Västerdalälven med lägenheter i tre våningar varav en souterräng. Byggnaderna är mycket energisnåla, vilket negativt påverkar lönsamheten i värmepumpprojektet. De har oavsett värmekälla planerats för uppvärmning med radiatorer och vattenburen värme som s k lågtemperatursystem, i detta fall 55/40°C, distribuerat från gemensam värmecentral. Centralen byggs oavsett värmekälla med sådan storlek att de olika alternativen isvärmepump - oljeeldning-fastbränsleeldning kan inrymmas i densamma.

## 2.2 Varför värmepump?

Dagens energisituation präglas av ett visst el-överskott på marknaden. Elleverantörerna söker naturligtvis förbrukare och då speciellt inom sektorn uppvärmning av byggnader.

Direkt elvärme ger snabbt resultat ur leverantörens synvinkel men ger ett beroende inför framtiden, som inte bör accepteras av byggherren. Ett vattenburet värmesystem ger full handlingsfrihet även i framtiden, speciellt om det utförs som lågtemperatursystem.

Om nu el idag bör användas för att ersätta olja som energikälla, bör eldrivna värmepumpar installeras, för att på så sätt ersätta 2-3 ggr så mycket olja, vilket också enligt oljeersättningsdelegationen (OED) är det primära.

För detta bostadsområde har även olika former av fastbränsleeldning diskuterats men av olika anledningar förkastats i detta skede.

## 2.3 Varför älvvatten som värmekälla?

Om man studerar de olika värmekällor som är tillgängliga för värmepumpsteknik, och studerar dessa beträffande lämpligheten i Sälen erhålles:

- jordvärme - tänkbart, men lämpliga markområden saknas
- solvärme - tänkbart, men placering av solfångare skapar problem liksom dålig soltillgång vintertid
- spillväre - saknas
- grundvatten - otänkbart omedelbart intill ortens vattentäkt
- uteluft - otänkbart med tanke på den låga årsmedeltemperaturen +2,9°C

ytvatten - finns i tillräcklig mängd 300 m från bostadsområdet

Ytvattnet finns således i Västerdalälven i tillräckliga mängder men till sådan temperatur vintertid att värmeenergin endast existerar som isbildningsvärme. Stiftelsen Malungshem har därför beslutat installera en isvärmepump dvs en värmepump, där förångaren förmar utnyttja vattnets isbildningsvärme. En förutsättning för denna satsning är dock att ekonomiskt stöd kan erhållas via BFR.

#### 2.4 Resultatanvändning

Genom att studera landets älvar "från källorna till havet" och kombinera detta med bebyggelsen längs älvarna kan man konstatera den potential som finns för installation av isvärmepumpar i Sverige. Arbetet med denna kartläggning skulle vara intressant men mycket omfattande, och kanske bäst lämpa sig för att inlemmas i något statligt utredningsarbete. Under kap 3.1 redovisas de grundläggande krav som måste ställas på älven, samt ett räkneexempel på utbyggnadsmöjligheten bara i Västerdalälven norr Lima kraftverk.

Under arbetet med denna förstudie har också intresset för isvärmepumpar kunnat registreras som mycket stort både från presumtiva köpare och tillverkare.

För att kunna föra utvecklingen på detta område framåt måste några anläggningar av denna typ installeras där studierna kan inriktas på:

1. test av förångare
2. test av transportsystem för isblandat vatten
3. test av älvens LLQ, lägsta lågvattenföring (vattenhastighet) för ett störningsfritt utsläpp i älven
4. test av isutsläppens påverkan på miljö, kraftverk, och flödesbilden nedströms utsläppet

Detta projekt är inte komersiellt lönsamt, men de valda komponenterna (förångare och transportsystem för isblandat vatten) borde ge så god driftsäkerhet, att ett testprogram enligt pkt 3 och 4 ovan kan genomföras. Om BFR deltar i detta projekt ges också möjligheter för ett brett upplagt testprogram och en organiserad redovisning av insamlade testresultat.

## 3 ÄLVVATTEN SOM VÄRMEKÄLLA

## 3.1 Vattentemperatur och vattenföring

Tabell 3.1 Medelvattentemperatur och medelvattenfö-  
ring för Västerdalälven vid Lima, 3 mil nedströms  
Sälen resp Transtrand, 1 mil nedströms Sälen. Källa:  
SMHI, hydrologiska byrån.

Mån	Lima krv		Transtrand	
	Medel- vatten- temp 1961-65 °C	Medel- vatten- föring 1960-75 m <sup>3</sup> /s	Medel- vatten- föring 1961-64 m <sup>3</sup> /s	Medel- vatten- föring 1931-60 m <sup>3</sup> /s
1	0,03	24	21	19,1
2	0,03	20	18	15,7
3	0,03	19	17	14,6
4	0,3	47	42	45
5	6,1	188	132	131
6	12,7	74	51	71
7	14,1	59	51	54
8	12,5	57	65	48
9	9,1	58	66	54
10	4,9	63	70	49
11	0,8	46	49	41
12	0,03	30	27	27
År	5,0	57	51	48

## Avrinningsområden:

Lima krv	3266 km <sup>2</sup>
Transtrand	2644 km <sup>2</sup>
Sälen	2550 km <sup>2</sup>

## Minimivärde för vattenföring (LLQ)

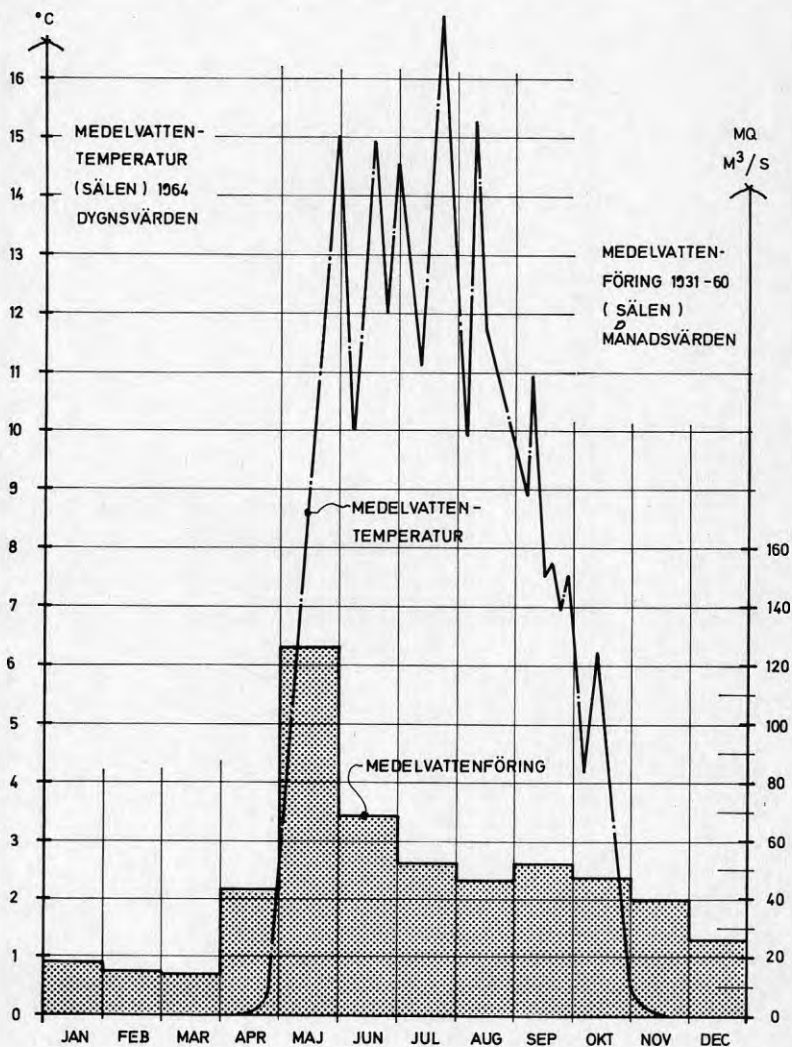
Lima krv 1960-1975	min 10,0 m <sup>3</sup> /s
Transtrand 1931-1960	min 8,5 m <sup>3</sup> /s
Sälen 1931-1960 (inter- polerat)	min 8,2 m <sup>3</sup> /s

Medelvärde av vattenföring för de olika årens minimivärden (MLQ)

Lima krv 1960-1975	14,1 m <sup>3</sup> /s
Transtrand 1901-1964	11,1 m <sup>3</sup> /s
Sälen 1901-1964 (interpolerat)	10,7 m <sup>3</sup> /s

Vattenföringens varaktighet (enl SMHI)

95 % av året är vattenföringen > 9,7 m<sup>3</sup>/s  
i Sälen (interpolerat)



Figur 3.1 Medelvattentemperatur 1964 och medelvattenföring 1931-1960 för Sälen. Källa SMHI, hydrologiska byrån. Värdena har interpolerats från Lima krv (vattentemp) resp Transtrand (vattenföring)

### 3.1.1 Vattentemperatur

Variationerna under året av medelvattentemperaturen i övre Västerdalälven framgår av tabell 3.1 och fig 3.1. Registrering av dessa värden liksom värden för andra vattendrag i Sverige sker för varje dag i huvudsak genom Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI), som insamlar mätdata från vattenkraftverk och liknande statiska mätstationer. Dessa mätvärden liksom tidigare års statistik kan erhållas hos hydrologiska byrån på SMHI.

Av fig 3.1 framgår att älvvattnets temperatur i Sälen under perioden nov t o m april ligger mycket nära  $0^{\circ}\text{C}$ . Tyvärr sammanfaller denna period av låg vattenföring, med stort värmebehov i bostadsområdet. I södra Sverige stiger temperaturen i älvarna något tidigare på året men medelvattentemperaturen ligger också där nära  $0^{\circ}\text{C}$  under de kallaste månaderna.

Enligt Vattenfalls vattenlaboratorium i Älvkarleby kan temperaturen lokalt hos vatten i rörelse även sjunka under  $0^{\circ}\text{C}$ . Om vatten av sådan temperatur kommer in i ett färskvattensystem blir naturligtvis problemet med påfrysning akut i hela rörsystemet.

Om en värmepump för ytvatten konstrueras med en förångare, som är byggd för kontinuerlig påfrysning/avfrostning, har icke vattnets temperatur någon större betydelse. Visserligen höjs värmefaktorn betydligt med stigande vattentemperatur (högre förångningstemperatur), men betydelsen minskar i regel samtidigt, om värmepumpar används för uppvärmning av byggnader.

### 3.1.2 Värmepumpens inverkan på vattentemperaturen

Månadsmedelvärdena för vattenföringen i Sälen framgår av fig 3.1. Medelvärdet av minimivärdena (MLQ) 1901-1964 är  $10,7 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Minimiflödet  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  i älven kan antas samtidigt som värmepumpen utvecklar maximal kyleffekt  $177 \text{ kW}$   
Enligt formeln:

$$F \cdot \Delta t = P \cdot 1,163 \text{ där}$$

$$F = \text{vattenföringen (flödet) i kg/h}$$

$$\Delta t = \text{temperatursänkningen i } ^{\circ}\text{C}$$

$$P = \text{effekten i W}$$

erhålles för Sälenprojektet

$$\text{om } F = 10 \text{ m}^3/\text{s (vinter)} \quad \Delta t \approx 0,0057 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$\text{om } F = 50 \text{ m}^3/\text{s (sommar)} \quad \Delta t \approx 0,0011 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

$$\text{och om smältentalpitet för vatten} = 334 \text{ kJ/kg} \\ \approx 93 \text{ kWh/ton}$$

$$\text{fås isproduktionen} = 177/93 \approx 1,9 \text{ ton/h} \approx 46 \text{ ton/dygn}$$



Det största problemet uppstår naturligtvis på vintern, då förmodligen den i förångaren bildade isen inte ens kan smälta, när den pumpas ut i älven. På sommaren däremot skulle t ex 100 anläggningar av den här planerade storleken endast sänka temperaturen i älven 1/10 °C, om anläggningarna då går med full effekt.

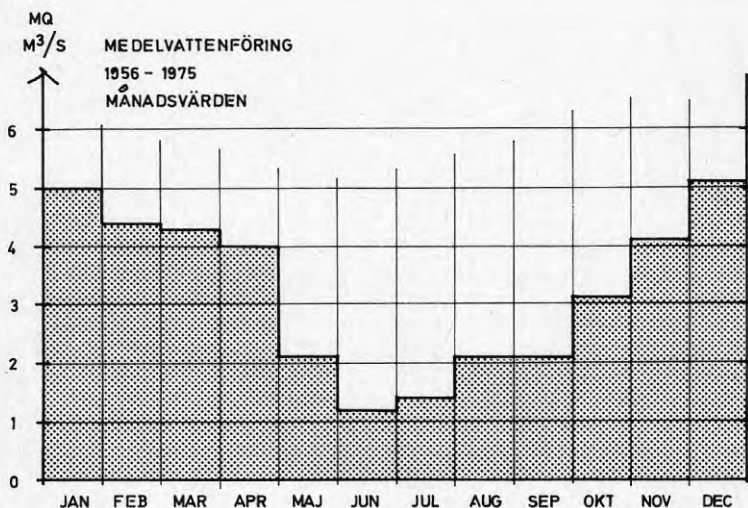
### 3.1.3 Vattenföring

Vattenföringen (flödet) och framför allt vattenhastigheten har betydligt större inverkan på isvärmepumpens funktion än vattentemperaturen.

För flertalet av våra svenska vattendrag finns en omfattande statistik över vattenföringen. I "Vattenföring i Sverige" (1979) finns en sammanställning från varierande tidsperioder. SMHI tillhandahåller också beräknade vattenföringar för vattendrag som saknar mätstationer. Vissa kraftstationer tillhandahåller även uppgifter ang vattenföringen.

I en publikation utgiven i samarbete mellan SMHI och Naturvårdsverket "Vattenföringsbestämningar vid vattenundersökningar" (1979) anges mätmetoder, felkällor och mätinstrument.

Som framgår av figur 3.1 har man i Sälen en kraftig ökning av vattenföringen april-maj i samband med snösmältningen. Denna karakteristik gäller för alla de vattendrag som har sitt tillrinningsområde i fjällen.



Figur 3.2 Medelvattenföring 1956-1975 för 96-50093 Klippan i Bäljane å (flodområde: Rönne å) i Skåne. Källa: "Vattenföring i Sverige" (1979)

Figur 3.2 visar vattenföringen vid Klippan, Bäljane å, i Skåne. Flödet påverkas här ej in någon utsträckning av snösmältning varför profilen blir en helt annan med stort flöde under de "kalla" månaderna okt t o m mars. Den låga vattenföringen inträffar här på sommaren när vattentemperaturen är hög, och en ev isbildning inte är något problem.

Den avgörande faktorn för ett vattendrags lämplighet som recipient för is från en värmepump är dock icke mängden vatten, utan platsen för utsläppet.

Vattenhastigheten får inte vara för låg, då bildas snabbt en "ispropp" vid utsläppsplatsen. För att isen kontinuerligt skall föras bort fordras att vattenhastigheten i älvfåran är ca 0,5 m/s.

Efter utsläppet bör vattendraget ej heller ha några kraftiga förändringar i tvärsnittet. Om en sjö finns strax nedströms vattendraget, samlas isen där och bildar en stor "propp" med risk för översvämningar och oregelbundet flöde. Ett kraftverk strax nedströms utsläppet är ej heller lämpligt p g a risken för besvär med ansamling av is.

I Sälen-projektet blir isproduktionen ca 46 ton/dygn. Hur snabbt denna is kan lösas upp under den kalla årstiden kan knappast förutses. Av denna anledning vore ett genomförande av detta projekt utomordentligt värdefullt, om uppföljning och utvärdering även i detta avseende blir heltäckande.

#### 3.1.4 Flygel- och ytflottörmätning

Placeringen av utsläppet bör givetvis göras där vattenhastigheten är som störst. Här finns i regel inga uppgifter tillgängliga. Även beträffande vattendragets profil finns i regel inga mätningar registrerade. De planer och kartor som utarbetas slutar i allmänhet vid vattenytan. Möjligen kan vattendragets maximala djup ha angetts.

Om man vill studera isvärmepumparnas möjligheter i Sverige som skisserats i kap 2.4 blir undersökningarna av vattendragens profil och flödes hastighet en mycket stor del av arbetet.

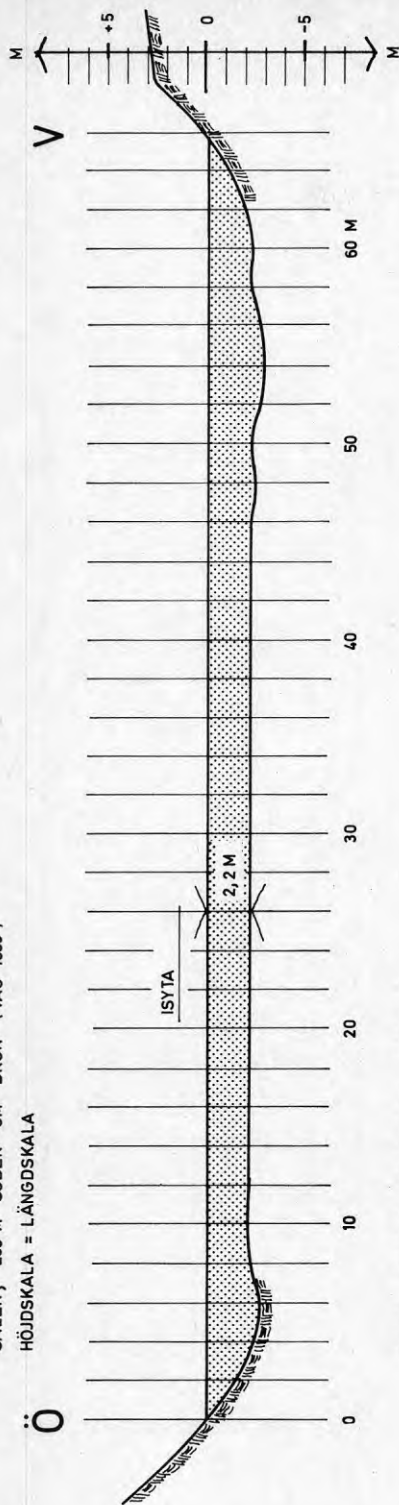
För en närmare angiven aplicering av en värmepump kan vattendragets profil mätas med lodning varefter hastigheten mäts med "flygelmätning" eller "ytflottörmätning" (Vattenföringsbestämningar vid vattenundersökningar, 1979).

Motsvarande mätningar för Västerdalälven vid Sälen redovisas i fig 3.3. Profilen är mycket likformig med tvåra slänter ner mot älven och en plan botten. Vattenhastigheten torde vara tillräcklig om utsläppet placeras mitt i älven. Vattenintaget kan placeras vid älvkanten på frostfritt djup.



FIGUR 3.3

PROFIL VÄSTERDALÄLVEN 1980.12.06  
SÄLEN, 280 M SÖDER OM BRON (VÄG 1053)  
HÖJDSKALA = LÄNGDSKALA

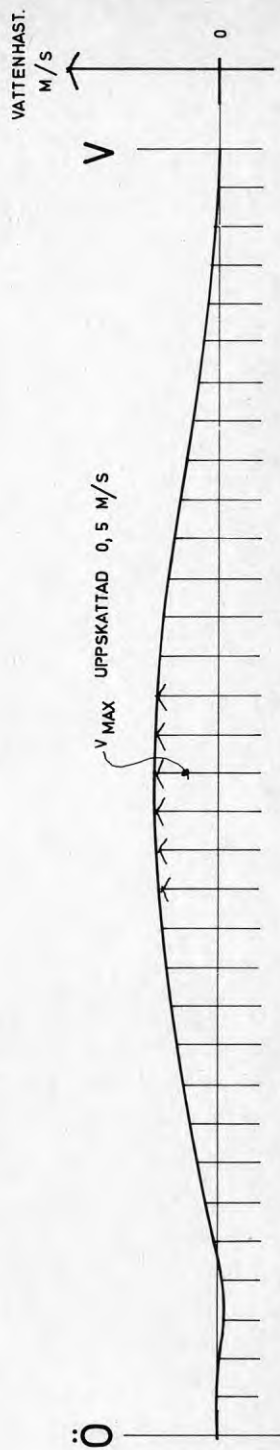


ÖVRIGA DATA REGISTRERADE 1980.12.06

IS-TJOCKLEK = 300 MM

ÄLVENS VATTENFÖRING = 27 M<sup>3</sup>/S

( INTERPOLERAT FRÅN LIMA KRIV )



UPPSKATTNING AV VATTENHASTIGHETEN

### 3.2 Föroreningarnas inverkan

För den utrustning, som behövs för transport av älvvatten till värmepumpens förångare, gäller samma förutsättningar beträffande teknik och komponentval, som gäller för konventionella färskvattensystem.

För utförandet av den värmeupptagande förångaren kan vattnets kvalitet vara av stor betydelse. Påverkan genom korrosion av syresatt eller på annat sätt aggressivt vatten torde lätt kunna undvikas genom rätt materialval. En förutsättning för rätt materialval är dock att en analys utförs på älvvattnet.

Påverkan genom smutsigt (förorenat vatten) kan vara svårare att undvika och framför allt att förutse. Slam och andra fasta föroreningar uppträder ofta i samband med snösmältning och skyfall.

Om förångaren utförs så att den kan sättas igen av fasta föroreningar, skapar man förutsättningar för driftavbrott och därmed dålig ekonomi. Med den stora vattenmängd som trots allt skall omsättas kan en filtrering av färskvattnet av ekonomiska skäl aldrig accepteras.

För Sälen-projektet förutses att en grovsil i vattenintaget samt en enkel silduk i pumpgruppen är tillfyllest. Även före förångarens cirkulationspump installeras en grovsil.

### 3.3 Ekologiska - juridiska problem



Figur 3.4 Olnispagården i Sälen (längst till vänster) ligger mitt emot det planerade utsläppet av isvatten  
Foto C, S.E Persson

### 3.3.1 Rätt till ytvattnet

- Vem har rätt till luften eller bara dess värmeinnehåll?
- Vem har på samma sätt rätt till ytvattnet eller dess värmeinnehåll?

I dag finns av naturliga skäl inga lagar som direkt reglerar dessa problem. Inte heller finns några tillämpbara lagar eller lagtolkningar (prejudikat). Orsaken torde närmast vara, att inga större problem eller intressekonflikter ännu visat sig.

En utredning med anknytning till BFR arbetar med detta problem och väntas komma med sitt förslag till lagstiftning under hösten 1981. För värmepumpprojekt som förutsätter användning av ytvatten i sjöar eller vattendrag, bör tills vidare samråd ske med resp länsstyrelse och dess naturvårdsenhet.

### 3.3.2 Markägarens tillstånd

För de anordningar som erfordras i älven liksom för ledningsdragning erfordras markägarens tillstånd. Bojar och förankringar i älven kan förorsaka vissa hinder för sjöfart och fiske. Således bör ankringsförbud gälla i närheten av älvvattenintag och -utsläpp.

## 4 TEKNISK BESKRIVNING AV PROJEKTET

## 4.1 Byggnadsprojektet

Detta byggnadsprojekt har projekterats för uppvärmning med tvårörs värmesystem med framledningstemperatur 55°C. Tidplanen förutsätter byggstart i juni 1981 och inflyttning i juni 1982.

Beslutet om installation av isvärmepump eller ej kan förmodligen inte fattas före byggstart. För att behålla handlingsfriheten utförs värmecentralen med sådan storlek, att värmepump kan installeras, om denna del av projektet skall förverkligas.

## 4.2 Utvändiga arbeten

## 4.2.1 Ledningsdragning

För att försörja isvärmepumpen med älvvatten dras fram- och returledning av PEL-slang dim 75 x 6,9 mm (PN6) på frostfritt djup från värmecentralen i P-huset ner till älven enligt fig 4.2. Inspektionsbrunnen förses med proppade avstickare för provtagning och/eller inspektion. Vid passage av riksvägen anbringas markisolering. För drift av färskvattenpump med manöver från pumpgrop läggs två jordkablar i samma rörgrav som PEL-slangarna. För ev framtida driftprov och som reserv läggs ett vanligt PVC-avlopp från värmecentral ner till riksvägen och under denna.

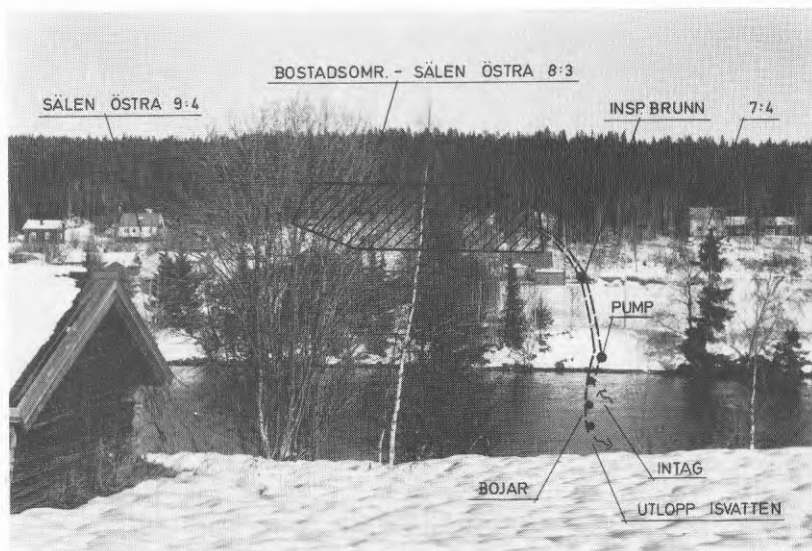
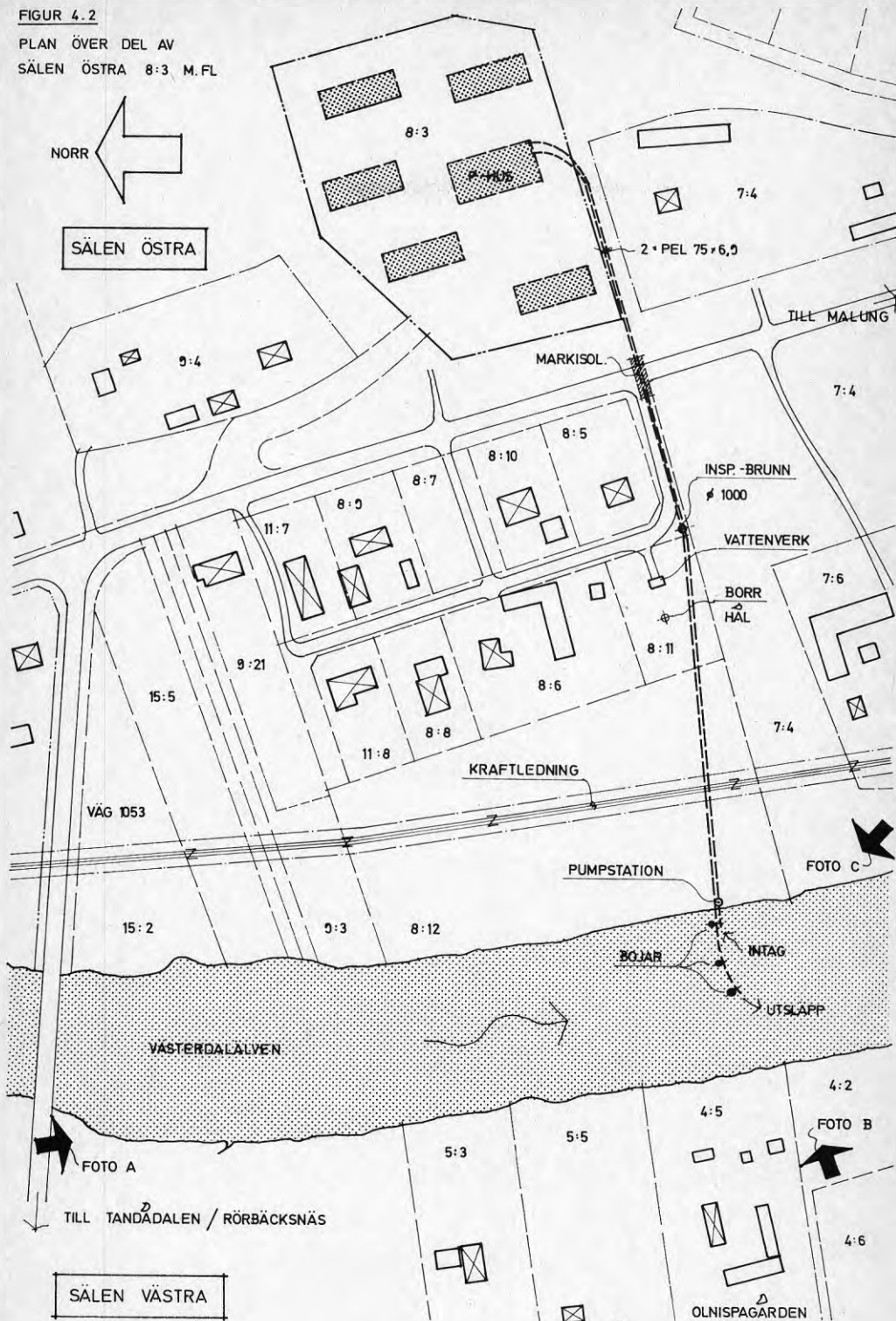


Fig 4.1 Det planerade byggnadsområdet sett från Olnispagården på andra sidan älven  
Foto B, S.E Persson

FIGUR 4.2

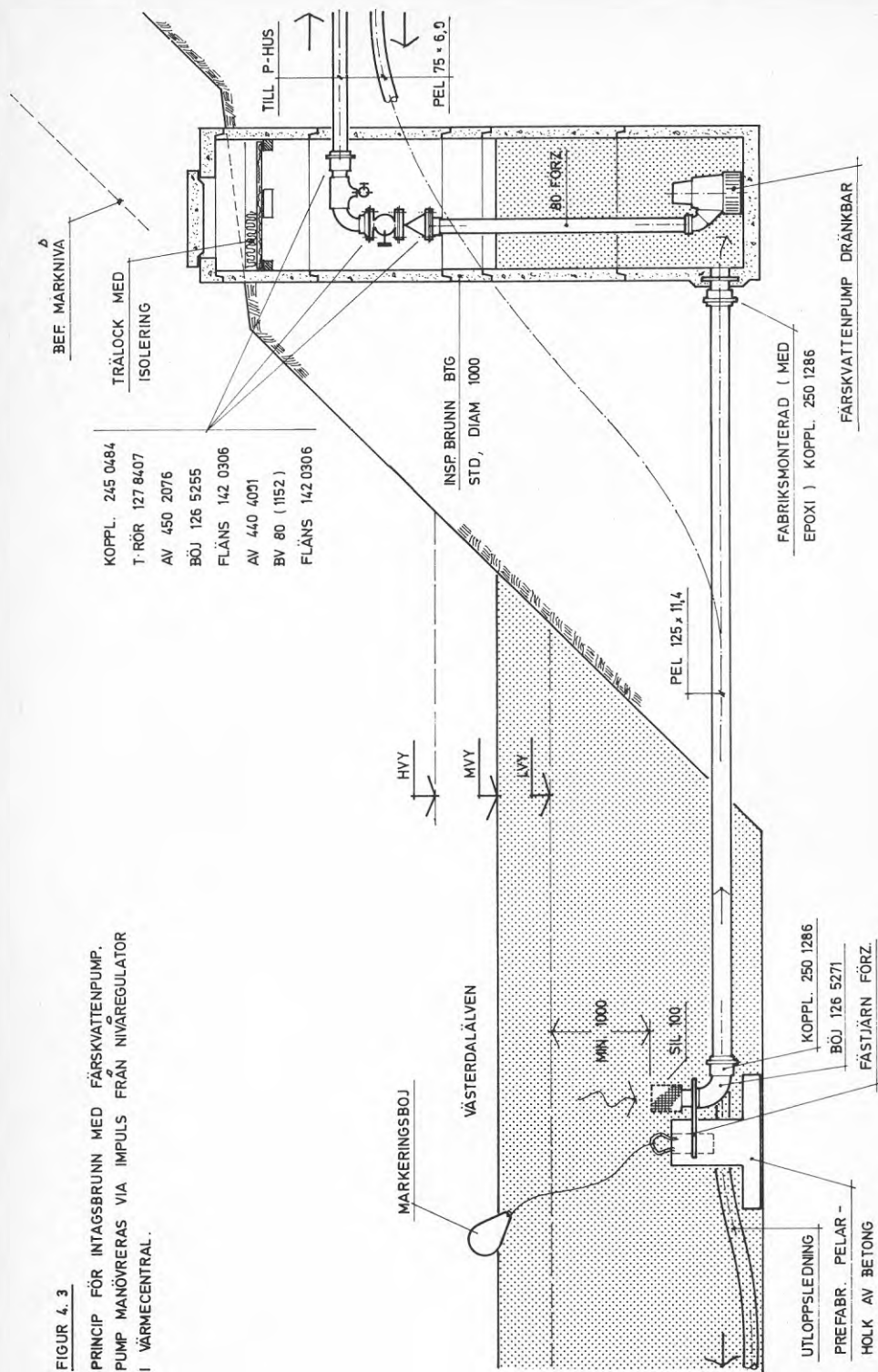
PLAN ÖVER DEL AV  
SÄLEN ÖSTRA 8:3 M.FL





FIGUR 4. 3

PRINCIP FÖR INTAGSBRUNN MED FÄRSKVATTENPUMP.  
PUMP MANÖVRERAS VIA IMPULS FRÅN NIVÅREGULATOR  
I VÄRMECENTRAL.



#### 4.2.2 Pumpstation

För uppfordring av älvvattnet installeras en dränkbar färskvattenpump nere vid älven (se fig 4.3)

Dim data:

Vattennängd	= 5 l/s = 18 m <sup>3</sup> /h
Uppfordringshöjd	= 36 m vp (därav 20 m i nivåskillnad)
Tillförd effekt	= 6,0 kW
Pumpens totalverkningsgrad	= 50 %

Alternativt till ovanstående pump kan installeras en torrt uppställd färskvattenpump av vertikal typ. Verkningsgraden förbättras, men installationskostnaden ökar avsevärt, genom att man tvingas installera ett pumphus ovan mark.

För att underlätta service och underhåll av den dränkbara pumpen monteras ett elmanöverskåp ovan mark.

#### 4.2.3 Intags- och utloppsledning

Intagsledningen dimensioneras för "självfäll" till pumpstation så till vida, att statiska höjdskillnaden mellan pump och lågvattenyta skall täcka dynamiska tryckförluster samt tryckförluster i ledning och armatur.

Intagsledningen förankras vid prefabricerade betongelement med lyftögla.

Utloppsledning dras obruten från värmecentral till utsläppet mitt i älven. Ledning förses med sänken i älven och förankras vid betongelement lika intagsledning. Utloppsledning avslutas horisontellt.

Båda ledningarna markeras med bojar vilka tas in under vintern. Intagssil förbereds för uppvärmning (avfrostning) genom en överdimensionering så, att en värmekabel vid behov kan skjutas ut från pumpstation till intagssil.

### 4.3 Värmecentral

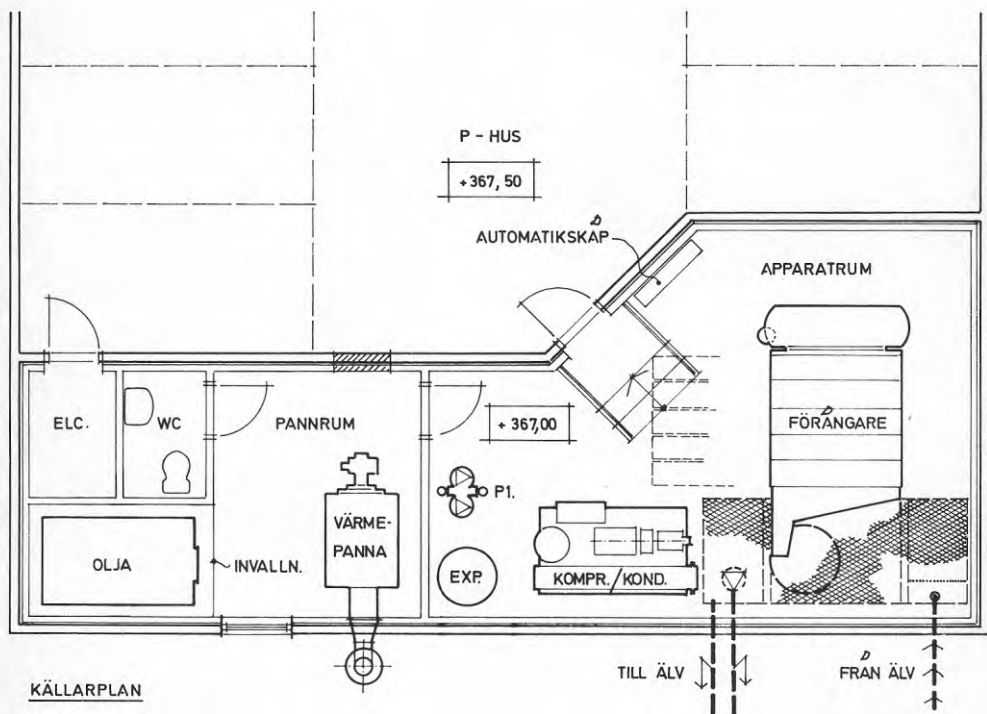
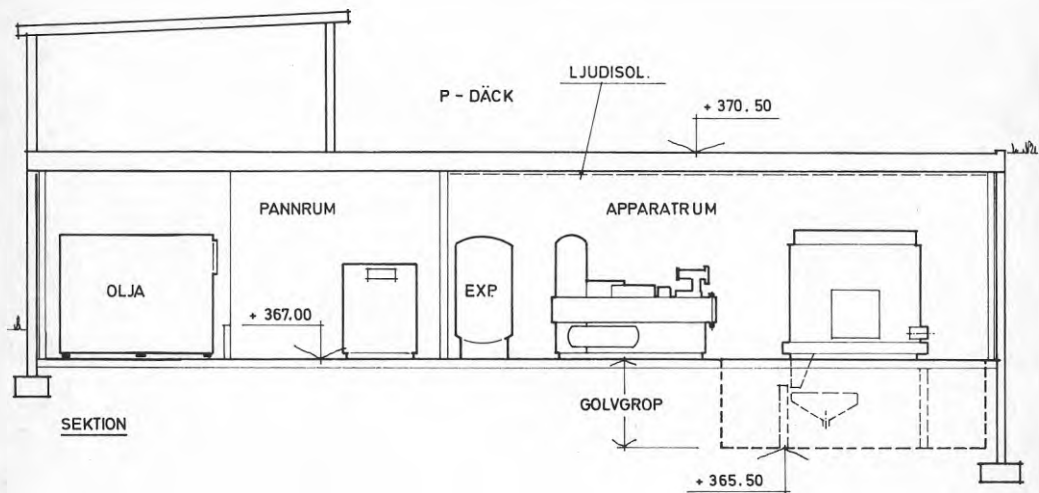
#### 4.3.1 De olika alternativen

Alt I Konventionell värmecentral med en oljeeldad värmepanna. Som reservbränsle skall utnyttjas helved med beskickning av pannan framifrån. Värmsystemet skall vara öppet med expansionskammare i skorsten och öppet expansionskärl i värmecentralen



FIGUR 4. 4

PLANLÖSNING OCH SEKTION FÖR DEN VÄRMEPRODUCERANDE  
ANLÄGGNINGEN I PARKERINGSHUSET.



- Alt II Konventionell värmecentral lika alt I men kompletterad med isvärmepump om 128 kW kondensoreffekt. Genom att värmepumpen blir den huvudsakliga värmeproducenten kan en mindre oljetank installeras
- Alt III Detta alternativ överensstämmer med alt II men värmepumpen har 184 kW kondensoreffekt
- Alt IV Värmecentralen byggs upp med en isvärmepump med kondensoreffekten 184 kW (lika alt III). Centralen kompletteras med en elvärmepanna för topp- och reserveffekt. Elvärmepannan anslutes till det normala lågspänningsabonnetmanget (380 V). Med denna värmepanna utföres värmesystemet slutet.

I alternativen med värmepump kan systemen utföras med eller utan ackumulator.

#### 4.3.2 Allmänt om värmepumpar

Med värmepump avses en maskin, som upptar värmeenergi vid en låg temperatur (relativt sett), och avger den vid en högre temperatur. Vid denna tillämpning brukar den energi som upptas vara "värdelös" energi dvs spillvärme eller energi i luft, mark och vatten. En bättre uppfattning om värmepumpens framtida betydelse för värmeförsörjning får man, om man studerar exergibegreppet (Blomquist & Nowacki, VVS-special 1:1979).

Genom detta betraktelsesätt värdesätts en energimängd relativt sett dess temperatur i förhållande till omgivningen. Av detta följer också, att en värmeväxlare i ett system alltid orsakar en exergiförlust. Likaså är exergiförlusten större i ett radiatorsystem med normal framledningstemperatur (80°C) än i ett golvvärmesystem med dess låga framledningstemperatur (40°C)

I det vanliga energibegreppet brukar förhållandet mellan avgiven värmeenergi och tillförd drivenergi hos en värmepump kallas dess värmefaktor  $\Phi$ .

$$\text{dvs } \Phi = Q/E$$

Benämningen isvärmepump får stå för den här värmepumpens speciella arbetssätt. Den värmeupptagande enheten (förångaren) är så utförd och dimensionerad, att den förmår utnyttja den värmeenergi som frigörs då vatten ombildas till is (smältentalpitet).

#### 4.3.3 Isvärmepump i Sälen

Värmepumpens principiella funktion och uppbyggnad framgår av fig 4.6. Hela enheten är av fabr Termofrost energi teknik AB.

- Kompressoraggregatet består av en skruvkompressor med steglös kapacitetsreglering och drivning med direktkopplad elmotor. Oljeavskiljare och kondensor är av konventionell typ och liksom oljekylaren monterad på aggregatet. Köldmedium R12.
- Förångaren är av typ "Älvkarleby" med 25 förångarplattor uppdelade i 5 grupper. På denna enhet monteras också vätskeavskiljare med köldmediapump, ventiler etc. Under förångaren finns en isuppsamlingsanordning med iskross. Förångaren arbetar vintertid med kontinuerlig avfrostning enligt en speciell metod som ger en god totalvärmefaktor.

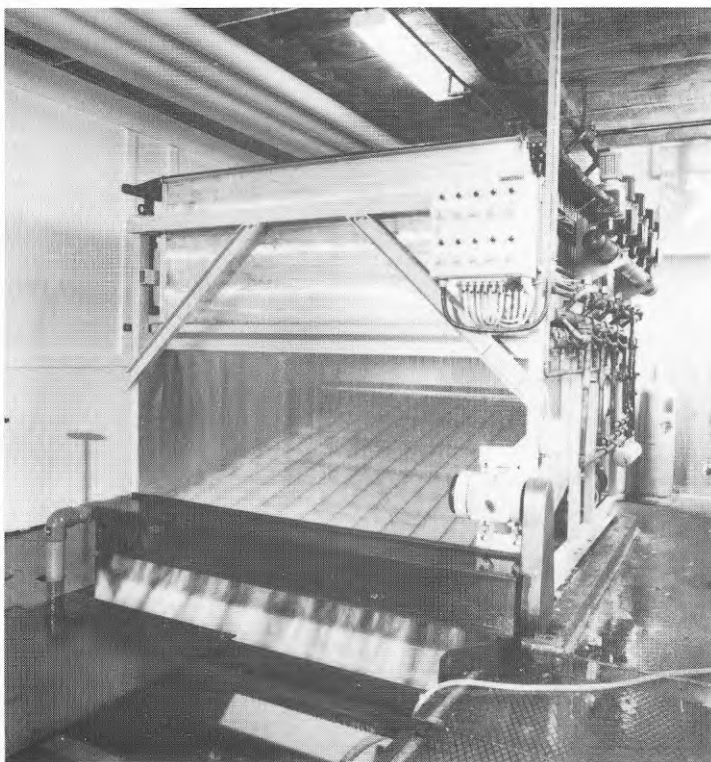
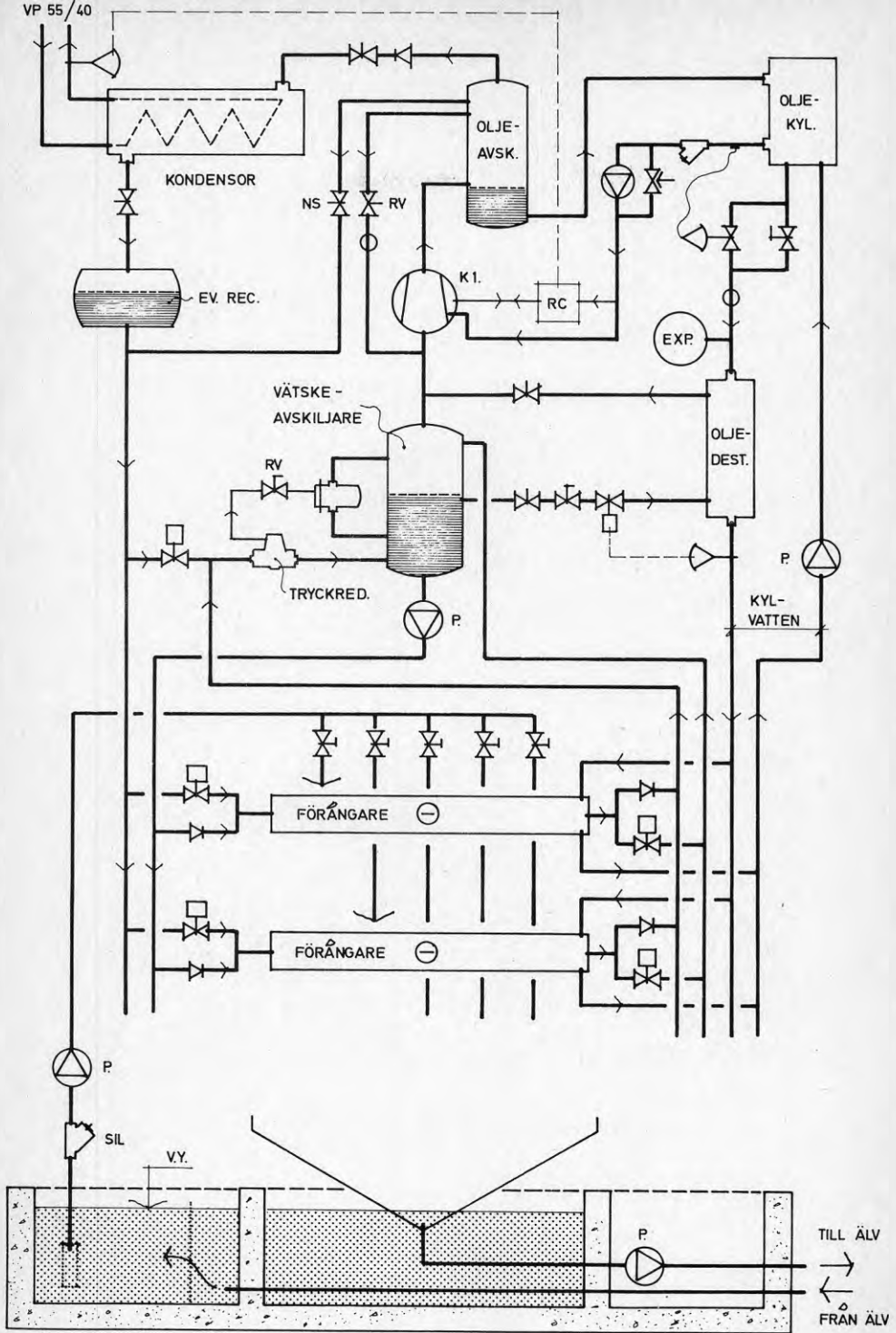


Fig 4.5 Förångardel till isvärmepump vid vattenbyggnadslaboratoriet i Älvkarleby, Statens Vattenfallsverk 1981. Leverantör: Termofrost energi teknik AB, Stockholm.  
Foto: Håkan Jansson, Älvkarleby

- Regler- och startutrustningar är samlade i ett automatikskåp tillsammans med utrustning för larm, indikering och drift. Här finns också amperemeter och strömbegränsare.



FIGUR 4. 6 , VÄRMEPUMP - PRINCIP

- Pumpgrop platsbygges i betong med betäckningar av durkplåt. Det isblandade vattnet uppsamlas i en trätt av plåt och pumpas via en vanlig avloppspump tillbaka ut i älven.

Dim data för pump:

Vattenmängd	= 5 l/s = 18 m <sup>3</sup> /h
Uppfordringshöjd	= 2,2 m vp
Tillförd effekt	= 0,5 kW

Pumpgruppen förses även med upplyftbart intagsnät och nivåreglering för start och stopp av färskvattenpumpen vid älven.

Isvärmepumpen har offererats i två storlekar med kondensoreffekt 128 resp 184 kW och nedanstående driftdata:

	Alt II	Alt III,IV
Kompressortyp	F125 LM	F160 SM
Köldmedium	R12	R12
Kondensoreff (inkl oljekyln) kW	128	184
Kyleffekt (underkyln till 0°C) kW	126	177
Axeffekt kW	49	72
Motorstorlek kW	55	75
Tillförd eff drivmotor kW	53	77
Tillförd eff hjälpmaskiner kW	7	7
Värmefaktor $\Phi$ vid dim data	2,13	2,19
Motorvarvtal r/m	2965	2975
Förångningstemp °C	-7,5°	-7,5°
Kondenseringstemp °C	57,5°	57,5°
Värmevatten till kondensor °C	40°	40°
Värmevatten från kondensor °C	55°	55°
Värmevatten mängd m <sup>3</sup> /h	7,3	10,5
Tryckfall $\Delta p$ Kondensorer kPa	30	30
För älvvattnet:		
Temperatur ingående °C	0°	0°
Cirk flöde över förångarplattor m <sup>3</sup> /h	32	40
Isproduktion ton/dygn	33	46



#### 4.3.4 Varför ackumulator?

Den i detta projekt föreslagna värmepumpen täcker en mycket stor del av effektbehovet, vare sig man väljer den mindre eller större varianten.

Vid normal drift under den varmare årstiden ligger effektbehovet långt under den maximala kapaciteten. Detta accentueras speciellt vid stigande förångnings-temperatur.

Optimal värmefaktor ligger kanske vid 50 % av kondensoreffekten dvs vid ungefär 40 % av kompressorkapaciteten. Vid lägre kapacitet slår förmodligen hjälppapparaternas energiförbrukning igenom och sänker värmefaktorn.

Vid de låga effektbehoven bör alltså inte kompressorkapaciteten minskas ytterligare utan hela anläggningen köras till och från. Med denna typ av värmepump skapar dock detta problem och onödiga tillfällen till drift-avbrott.

Följande saksakal talar således för en ackumulator:

- Förlängning av drifttiderna även vid små värmebehov.
- Konstant temperatur på utgående värmevatten.
- Möjlighet att optimera värmefaktorn, oavsett värmebehovet.
- Möjlighet att utnyttja värmeförbrukarnas sammanlagringseffekter. Korta effekttoppar tas från ackumulatören.
- Reserveffekten (toppeffekten) behöver inte köras så ofta eller ens stå inkopplad i samma utsträckning.
- Vid en ev fastbränsleeldning i framtiden har ackumulatören ungefär samma positiva effekter även när värmen produceras på detta sätt.

#### 4.3.5 Systemkoppling

##### Med ackumulator:

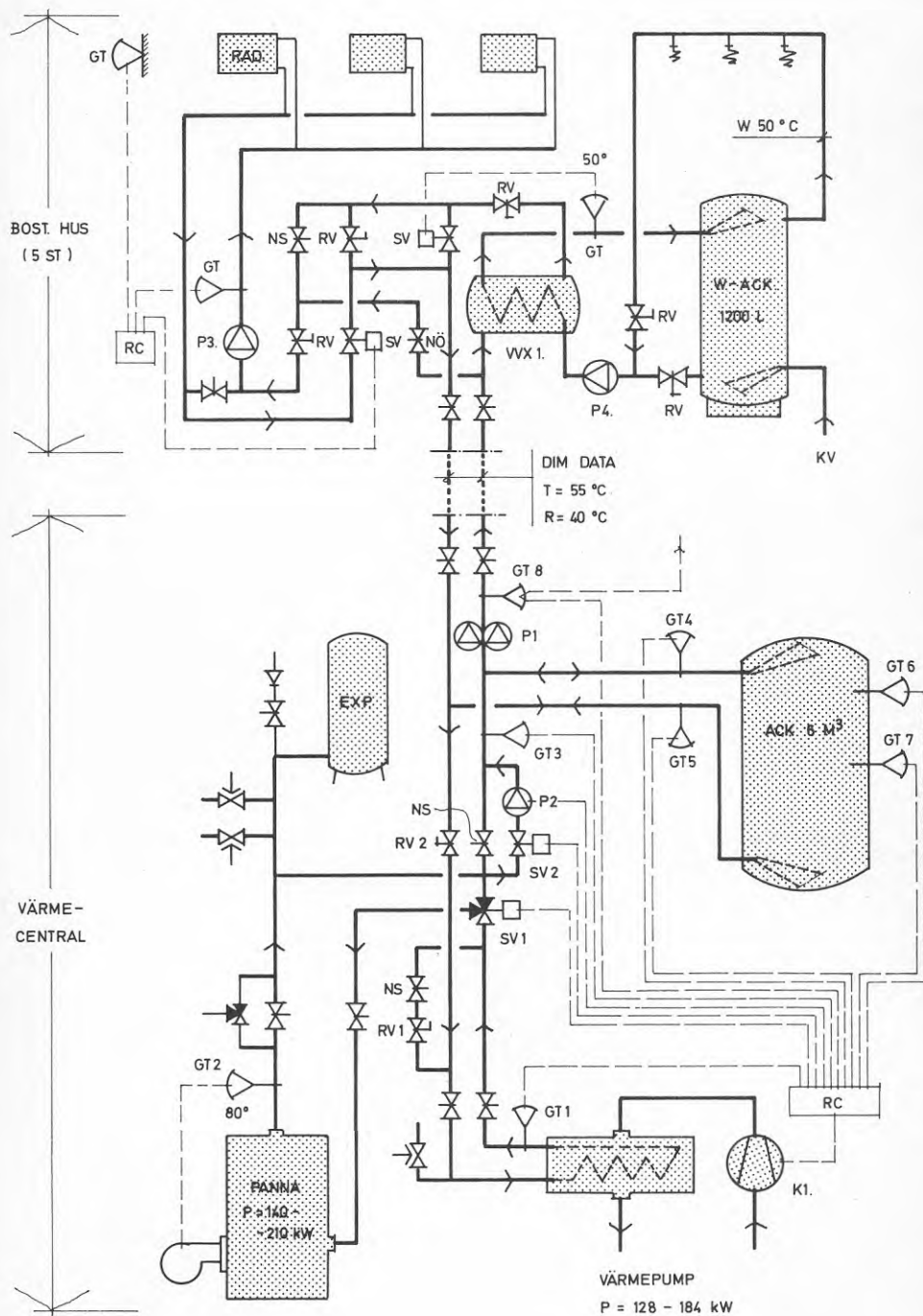
Principkopplingen framgår av fig 4.7. Vid normal förbrukning av värme (-vatten) pumpar P1, 55°-igt vatten från toppen av ackumulatören ut till bostadshuset, där det kyls ned och går tillbaka till ackumulatorns bottenuttag.

Funktion vid stort effektuttag:

Om temperaturgivare GT6 visar att ackumulatören är urladdad, startas värmepumpen och laddningspump P2. Tvåvägsventilen SV2 öppnar helt.

FIGUR 4.7

FÖRESLAGEN PRINCIPKOPPLING FÖR VÄRMESYSTEMET  
I VÄRMECENTRAL OCH UNDERCENTRALER (5 ST)





Temperaturgivare GT1 styr in värmepumpens kompressor-kapacitet allt eftersom SV2 öppnar, och försöker på så sätt styra utgående temperatur från värmepumpens kondensator till 55°C.

Om framledningstemperatur efter värmepump inte upprätthålls trots full kompressorkapacitet beroende på större flöde än dimensionerande eller större  $\Delta t$ , ger GT1 i sekvens impuls till SV2 att strypa flödet genom värmepumpen, varvid temperaturen stiger till 55°C.

Flödet genom P2 minskar men flödet genom P1 påverkas ej. När nu flödet genom P1 överstiger P2:s, laddas den sista delen av ackumulatortanken ur. Därefter sjunker temperaturen vid givaren GT4, som då tvångsöppnar SV2. Genom att reglera in RV2 kan flödet genom P2 maximeras vid öppen SV2 så, att det alltid överstiger flödet genom P1.

Det större vattenflöde, som nu uppstår genom värmepumpen, gör att utgående temperatur vid GT3 sjunker (under t ex 54°C). SV1 öppnar då något mot den oljeeldade pannan och släpper fram en tillräcklig mängd 80°C-igt vatten. Vid normal drift är således förbindelsen genom oljepannan helt stängd.

När nu temperaturen stiger vid GT3 samtidigt som flödet genom P2 är större än genom P1 stiger temperaturen ånyo vid GT4. Genom att GT4 har en reläfunktion bibehålls SV2 i tvångsläge helt öppen, tills ackumulatortanken laddats ner till GT7 (ca hälften) med 55°C-igt vatten. Då återgår styrningen av SV2 till GT1 på normalt sätt.

Funktion vid lågt effektuttag:

När flödet genom laddningspump P2 är större än flödet genom systempump P1 laddas ackumulatortanken upp med 55°C-igt vatten, tills GT5 ger impuls att stoppa P2 och stänga SV2. Samtidigt stoppas värmepumpen.

När ackumulatortanken så småningom blir urladdad ger GT6 impuls att starta värmepump etc enligt vad som angetts för funktionen vid stort effektuttag.

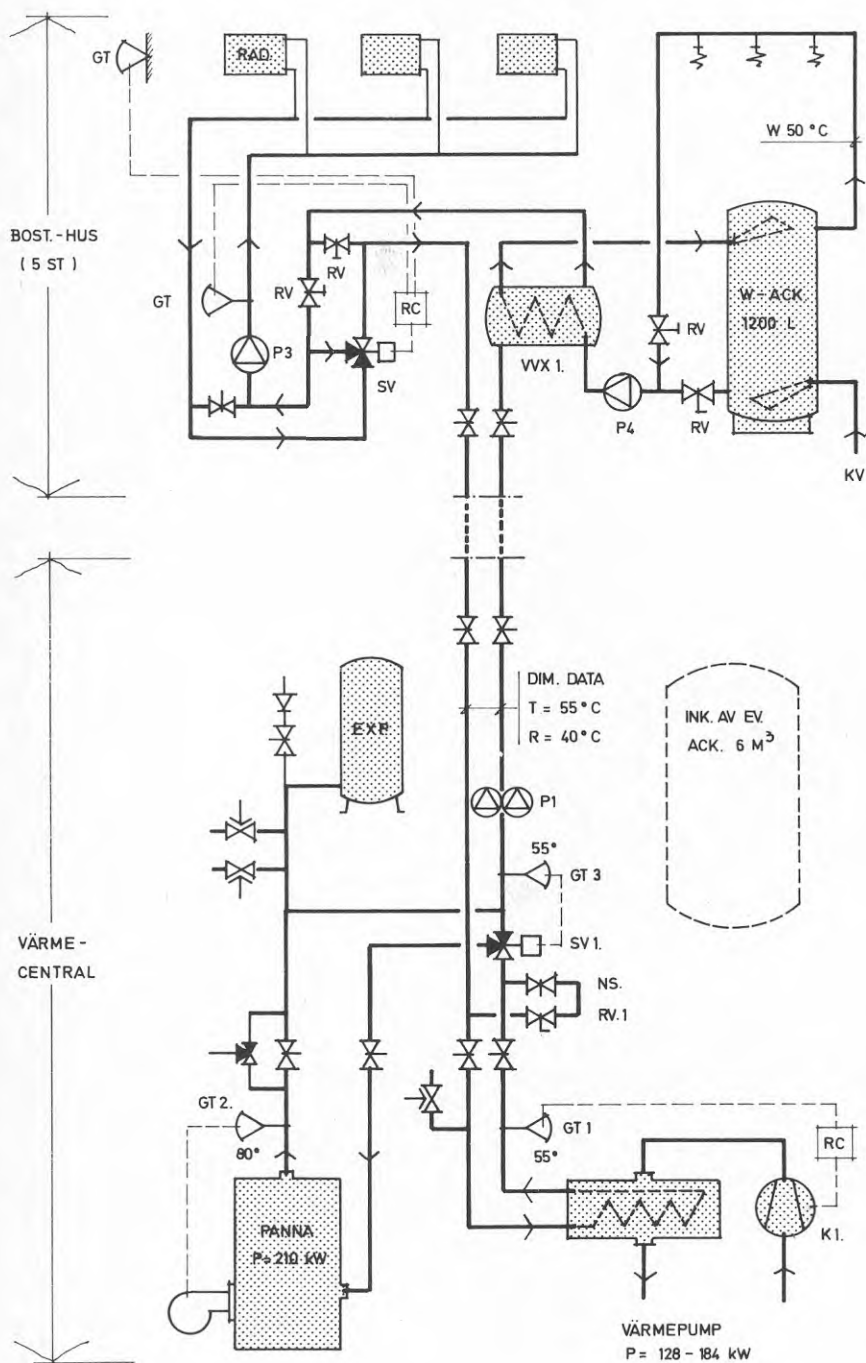
Möjligheten finns nu att manuellt eller via utetempera-turen reglera kompressorkapaciteten till ett optimalt värde (kanske 40 %), och sedan genom att styra SV2 reglera vattentemperaturen vid GT1.

Om temperaturen vid GT4 i detta läge sjunker får givaren via en reläfunktion öppna SV2 och styra in erforderlig kompressorkapacitet. Detta reglerfall skall motsvara det normala vid stort effektuttag. Denna reläfunktion bortkopplas, och värmepumpens kompressor inregleras ånyo på optimal kapacitet, då GT7 ger impuls att ca halva ackumulatortanken laddats.

För att kunna utnyttja ackumulatortanken måste undercentrallerna regleras med tvåvägsventiler.

FIGUR 4. 8

FÖRESLAGEN PRINCIPKOPPLING FÖR VÄRMESYSTEMET  
I VÄRMECENTRAL OCH UNDERCENTRALER ( 5 ST ).



### Utan ackumulator:

Principkopplingen framgår av fig 4.8. Undercentralerna i bostadshusen utförs för konstant flöde (trevägsventiler).

Vid normal energiförbrukning pumpar P1 en given mängd vatten till bostadshusen. Beroende på belastningen kyls detta värmevatten i olika grad för att vid maximi-behov kylas från 55°C ner till under 40°C.

Flödet genom värmepumpens förångare är således konstant, varför GT1 alltså styr kompressoreffekten så att framledningstemperaturen blir 55°C.

Om värmepumpens kapacitet inte är tillräcklig och således temperaturen sjunker under 55°C även vid GT3 öppnas trevägsventilen SV1 mot den oljeeldade värmepannan och släpper fram tillräcklig mängd 80°C-igt vatten så, att temperaturen vid GT3 stiger till 55°C. Om man tar hänsyn till en rimlig P-bredd hos regulatorerna bör GT3:s börvärde sättas ca 1° lägre än GT1:s. Det behövs för att helt kunna utnyttja värmepumpens kapacitet innan oljepannan kopplas in.

Om värmepumpen skall stängas av för reparation eller underhåll öppnas förbigång vid RV1. Temperaturgivare GT3 kan då styra SV1 så, att framledningstemperaturen blir 55°C, trots att den oljeeldade värmepannan har en lämplig arbetstemperatur av 80°C.

## 4.4 Undercentraler

### 4.4.1 Tvåvägsventiler - varierande flöde

Denna koppling (enl fig 4.7) måste användas i systemet med ackumulator. Funktion och beräkningsunderlag redovisas i kap 5.1.

### 4.4.2 Trevägsventiler - konstant flöde

Denna koppling (enl fig 4.8) bör användas i systemet utan ackumulator. För undercentralerna i bostadshusen gäller i princip samma dimensioneringsförutsättningar som anges under kap 5.1 och som angetts för fig 5.1.

Dim flöde för P4 = 487 l/h (motsv 25 kW)

Dim effekt för shuntgrupp ≈ 17 kW

Dim effekt (flöde) till uc ≈ 35 kW

Med den koppling som visas i fig 4.8 har tappvarmvattenförbrukningen "förtursrätt" till 25 kW varför shuntgruppen under en övergångstid får "låna värme" till tappvarmvattenberedning. Förutsättningen för att shuntgruppen skall påverkas är dock att högre framledningstemperatur än ca 44°C erfordras till radiatorerna.

## 5 EFFEKT - ENERGIKALKYLER

## 5.1 Effektbehov

## 5.1.1 Värme, ventilation

Effektbehovet för uppvärmning och ventilation  
 vid DUT (eg LUT)  $-30^{\circ}\text{C}$  = 85 kW  
 Årsmedeltemperaturen för Malung (VVS hand-  
 boken) =  $+2,9^{\circ}\text{C}$

## 5.1.2 Tappvarmvatten

erforderlig temperatur vid uppvärmning av tappvarm-  
 vatten anges i SBN 80 (kap 51) till min  $45^{\circ}\text{C}$ . I tidi-  
 gare utgåva av VA-byggnorm anges ej så klart den lägst  
 tillåtna temperaturen, men för genomströmningsvatten-  
 värmare gäller dock:

$$P \approx q \cdot 3600 \cdot \Delta t \cdot 1,163 \quad \text{där} \quad (1)$$

$P$  = tillförd värmeeffekt W

$\Delta t$  = temperaturdifferens mellan in- och utgående tapp-  
 varmvatten i  $^{\circ}\text{C}$

$q$  = sannolikt flöde i l/s

I VA-byggnorm anges även:

$$\Delta t = 50^{\circ}\text{C}$$

$$t_i = +5^{\circ}\text{C} \quad \text{där}$$

$t_i$  = dimensionerande temperatur på ingående tappvarm-  
 vatten

Man kan således dra slutsatsen att dimensioneringsme-  
 toden ger utgående tappvarmvattentemperatur min  $+55^{\circ}\text{C}$

Sannolikt flöde ( $q$ ) anges i VA-byggnorm som:

$$q = q_1 + \Theta ( Q - q_1 ) + A \sqrt{q_m \Theta} \cdot \sqrt{ ( Q - q_1 ) } \quad (2)$$

För 43 lägenheter och normflödet  $Q = 30$  l/s

fås  $q = 1,78$  l/s och  $P = 410$  kW

Genomströmningsvattenvärmare är dock knappast använd-  
 bara vid små värmeproducerande enheter och speciellt  
 inte vid stor kapitalinsats per tillgänglig effekt  
 (typ värmepumpar). Ovanstående exempel visar endast  
 proportionerna mellan effektbehov för värme (85 kW)  
 och tappvarmvatten (410 kW).

I detta projekt har i stället den huvudsakliga värme-  
 producerande enheten fått bestämma tillgänglig effekt  
 för varmvattenberedning på ett sätt som visas under  
 kap 5.1.4. Utgående tappvarmvatten dimensioneras för  
 en temperatur av  $+50^{\circ}\text{C}$ .

### 5.1.3 Överföringsförluster

Kulvertförlusterna är ca 3 kW vid:

medeltemp mark	= +8°C
medeltemp värmemedium	= +50°C
fyllnadshöjd	= 600 mm över hjässa

Förluster i värme- och undercentraler ca 5 kW

Totala överföringsförluster således ca 8 kW

### 5.1.4 Sammanlagrad effekt

Effektbehovet för värme, ventilation och överföringsförluster påverkas inte av sammanlagringseffekter i den utsträckning som motiverar hänsynstagande här.

Effektbehovet för tappvarmvatten är dock mycket ojämt fördelat över dygnet, varför olika typer av ackumuleringsarrangemang kraftigt reducerar detta effektbehov.

Anläggningen kan utföras med enbart ackumulering av tappvarmvatten enligt fig 4.8 eller kombinerat med ackumulering av primärvatten enligt fig 4.7. I båda fallen är undercentralerna så utförda, att energi för tappvarmvatten kan "lånas" från bostädernas uppvärmning. På så sätt kan tillgänglig effekt "styras över" till tappvarmvattenberedning vid belastningstopparna.

Den planerade isvärmepumpen kan av praktiska skäl knappast utnyttjas för mindre effekter än den prototyp som finns installerad hos Vattenfall i Älvkarleby. Den storleken ger en kondensoreffekt av 128 kW, när den anpassas till de driftförhållanden som gäller i Sälen. Nästa större storlek ger en effekt av 184 kW.

Emedan redan den lägre värmepumpeffekten täcker både uppvärmning och större delen av tappvarmvattenbehovet, bör anläggningen projekteras så, att oljepannan inte behöver stå uppeldad vid normal drift, utan endast användas som reserv- och ev toppeffekt under extrema förhållanden.

Tabell 5.1 Tillgänglig effekt för olika värmeförbrukare vid given värmeproducent

Värmeproducent	Värme, ventilation	Överförings- förluster	Tapp- varmv
Värmepump 128 kW	85	8	35
Värmepump 184 kW	85	8	91
Värmepanna-ved 140 kW	85	8	47
Värmepanna-olja 210 kW	85	8	117



### 5.1.5 Dimensionering för tappvarmvatten

Det effektbehov som är svårast att beräkna är givetvis det som erfordras för tappvarmvattenberedning. Med en undercentralskoppling enligt figur 5.1 där primärvarvattenflödet begränsat till 2000 l/h (dim flöde) blir tillgänglig effekt således 35 kW vid 55/40°C.

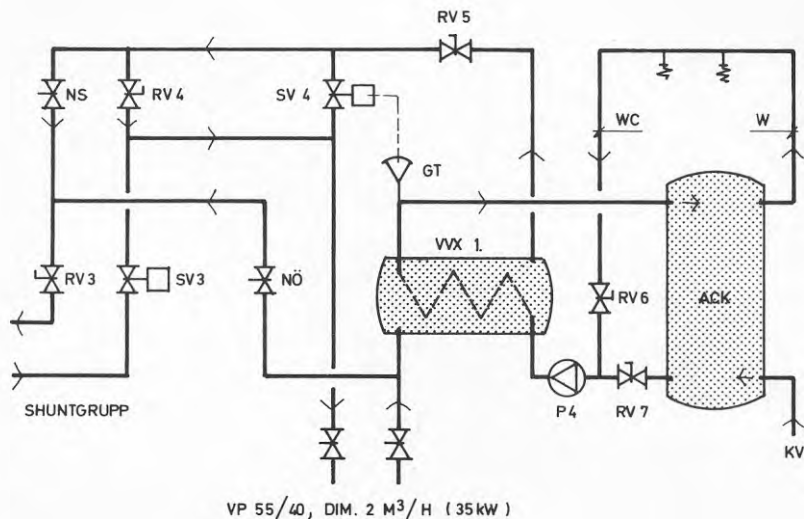


Fig 5.1 Del av principkoppling för undercentraler. Se även principkopplingar fig 4.7 och 4.8

P4 instrypes med RV 6 och RV 7 till vattenmängden 478 l/h

Vid  $\Delta t = 45^{\circ}\text{C}$  (  $+5 - 50^{\circ}\text{C}$  ) blir effekten 25 kW vilket då blir den maximala effekt som kan tas ut ur VVX 1

SV 4 dimensioneras för ett flöde likaså  $> 25$  kW och instrypes med RV 5 till flöde motsvarande 25 kW

Om man antar att varje lägenhet i en byggnad med 9 lägg skall kunna ta ut två bad (145 l  $40^{\circ}\text{W}$ , 5,9 kWh/bad) under en tid av 2 timmar erfordras:

$$Q_{ack} = 2 \cdot 9 \cdot 5,9 - 2 \cdot 25 \approx 56 \text{ kW}$$

och erforderlig ackumulatorvolym vid  $50^{\circ}$ -igt vatten i ackumulatortorn:

$$V_{ack} = 1070 \text{ liter}$$

I samtliga undercentraler väljs ackumulatorvolym 1200 liter



### 5.1.6 Dimensionering för shuntgrupper

Ventil SV 4 och pump P3 (för shuntgrupp) dimensioneras för en vattenmängd motsvarande 17 kW och instrykes ev med RV 3.

Genom den tidsfaktor som gäller för detta projekt kan fördelningsledningarna (kulvertar) till de olika undercentralerna icke påverkas. Den vattenmängd som kan tillföras varje undercentral är av driftekonomiska skäl begränsad till 2000 l/h (motsv effekten 35 kW).

Vid denna dimensionering kommer både värmegrupp och värmeväxlare att tappa proportionellt sett lika mycket om effekt (differenstryck) ej finnes tillgängligt i undercentralen. Via denna koppling kan dock relationerna lätt förändras mellan de olika värmebehoven, om driftförhållandena så kräver.

## 5.2 Energibehov

### 5.2.1 Energi för värme, ventilation

Vid beräkning av energibehov enligt tabell 5.2 användes grad dagar för Östersund, vars årsmedeltemperatur är  $+2,7^{\circ}\text{C}$  och vars klimat i övrigt närmast torde likna förhållandena i Sälen.

### 5.2.2 Energi för tappvarmvatten

Angående förbrukningen av tappvarmvatten i bostäder finns numera en omfattande statistik från olika typer av bostadsområden.

Enligt en BFR-rapport (Nilsson & Lundgren 1979) är varmvattenförbrukningen för de fyra referenshusen i Göteborg i genomsnitt 125 liter per lägenhet och dygn. Vid en uppvärmning till  $65^{\circ}\text{C}$  ( $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$ ) fås:

$Q = 8,7 \text{ kWh/läg}$  och dygn = 3200 kWh/läg och år.

Enligt VAV P30 (1975) uppges energiförbrukningen för tappvarmvatten i Sverige vara 3750 kWh/hushåll och år.

Enligt en annan BFR-rapport (Lagerström & Norrfors 1979) uppges energiförbrukningen för tappvarmvatten vara ca 4720 kWh/läg och år för ett bostadsområde i Upplands Väsby.

Varmvattenförbrukningen i ett bostadsområde är beroende av en mängd faktorer såsom boendetäthet, boendekategori och ev debitering av förbrukningen. I detta projekt räknas med en genomsnittlig förbrukning av 4700 kWh/läg och år för bostadsområdets 43 lägenheter.

Förbrukningen uppdelas månadsvis enligt den statistik som redovisas i den ovan nämnda BFR-rapporten (Nilsson & Lundgren 1979), men simulerad för detta område i vintersportorten Sälen.

## 5.2.3 Överföringsförluster

Emedan värmeyatten skall distribueras med samma temperatur (+55°C) hela året räknas förlusterna helt konstanta med effekten 8 kW.

Tabell 5.2 Sammanställning av energibehov i kWh för Sälen Östra 8:1

Mån	Värme, ventilation	Tappvarm- vatten	Överförings- förluster	Totalt
1	32 000	22 200	6 000	60 200
2	27 400	20 200	5 400	53 000
3	26 100	25 200	6 000	57 300
4	18 400	21 200	5 800	45 400
5	12 600	15 200	6 000	33 800
6	100	12 100	5 800	18 000
7		10 100	6 000	16 100
8	500	11 100	6 000	17 600
9	10 300	14 000	5 800	30 100
10	18 000	15 500	6 000	39 500
11	22 900	15 600	5 800	44 300
12	27 700	19 600	6 000	53 300
År	196 000	202 000	70 600	468 600

## 6 KOSTNADSKALKYLER

## 6.1 Anläggningskostnader

## 6.1.1 Vad kostar ett lågtemperatursystem?

Vid projekteringen av värmesystemet för detta bostadsområde måste ett system med lägsta möjliga framledningstemperatur projekteras. Förhållandet blir det samma för alla värmepumpsystem.

Med ledning av inkomna anbud och delkalkyler för tvårörssystemet kan byggnadsprojektets fördyring beräknas.

Rörinstallation kostar 8,2 % av total projektkostnad  
∴ faktor 0,082

Rör, radiatorer, isolering m m i bostadshusen kostar för konventionellt enrörssystem 22 % av rörinstallationen  
∴ faktor 0,22

Den aktuella påverkade anläggningsdelen omfattar således  $0,082 \cdot 0,22 \approx 0,018$  dvs 1,8 % av totalkostnaden.

Ett tvårörs lågtemperatursystem ökar kostnaden för rör, radiatorer och isolering med ca 50 % om jämförelsen gäller ett enrörssystem  
∴ faktor 0,50

Kostnadsfördyringen för detta lågtemperatursystem blir således  $0,5 \cdot 0,018 = 0,009$  dvs

0,9 % av totalkostnaden

Om ett tvårörssystem p g a andra förutsättningar redan planerats för byggnaderna blir kostnadspåverkan av ett lågtemperatursystem ännu mindre.

Den aktuella påverkade anläggningsdelen omfattar på motsvarande sätt  $0,086 \cdot 0,26 \approx 0,022$  dvs 2,2 % av totalkostnaden.

Ett tvårörs lågtemperatursystem ökar kostnaden för rör, radiatorer och isolering i ett konventionellt tvårörssystem med ca 20 %

Kostnadsfördyringen för lågtemperatursystemet blir i detta fall således  $0,20 \cdot 0,022 = 0,0044$  dvs

0,44 % av totalkostnaden

Med hänsyn till energisituationen bör dock alla värmesystem projekteras för lägsta möjliga temperatur. Därigenom skapas möjligheter att nu eller i framtiden använda de alternativa energiformerna t ex solenergi och energi via värmepumpar.

## 6.1.2 Kostnader för värmeproducerande anläggning

Som tidigare nämnts projekteras denna anläggning med ett reservsystem för värmepumpen som i stort sett motsvarar en konventionell anläggning. Kostnaderna för den "alternativa" anläggningen är således lätta att kalkylera, enär hela värmepumpanläggningen med ackumulator innebär fördyringar av detta byggnadsprojekt.

För värmecentralens uppbyggnad finns fyra olika alternativ:

- I Konventionell anläggning med primärt oljeeldad värmepanna
- II Värmepump 128 kW kompletterad med oljeeldad värmepanna
- III Värmepump 184 kW kompletterad med oljeeldad värmepanna
- IV Värmepump 184 kW kompletterad med elvärme-panna för lågspänningsabonnemang

Nedan redovisas en specifikation av investeringskostnaderna (kr) för de olika alternativen. Prisnivå dec 1980.

## Alt I

Värmepanna, skorsten, expansionskärll, pumpar, armatur, rörledning etc	158 000
Oljetank 30 m <sup>3</sup>	24 000
Elektrisk inkoppling av ovanstående	6 000
Projektering	<u>16 000</u>
Delsumma	204 000
Moms 12,87	<u>26 200</u>
<hr/> Totalt för alt I	<hr/> 230 200 <hr/>

## Alt II

Värmepanna, skorsten, expansionskärll, pumpar, armatur, rörledn etc	158 000
Oljetank 7 m <sup>3</sup>	6 000
Elektrisk inkoppling av ovanstående	6 000
Projektering	<u>16 000</u>
Delsumma	186 000
Moms 12,87	<u>23 900</u>
$\Sigma$ konventionell del av anläggningen	209 900 209 900

Arbeten med vattenintag i älven (bojar förankring etc)	15 000	
Intags och utloppsledningar m m	52 000	
Pumpstation med elskåp	16 000	
Elkabel med inkoppling	14 000	
Schakt, markisolering, återfyllning	<u>60 000</u>	
Delsumma	157 000	
Moms 3,95	<u>6 200</u>	
Σ yttre arbeten	163 200	163 200
Byggnadsarbete, pumpgrop	25 000	
Ljudisolering tak, fundament	5 000	
Isvattenpump	6 500	
Durkplåt, reglerutrustning m m	11 000	
Elektrisk inkoppling	<u>2 000</u>	
Delsumma	49 500	
Moms 12,87	<u>6 400</u>	
Σ byggnadsarbeten, pumpgrop m m	55 900	55 900
Värmepump 128 kW komplett	300 000	
Anslutning el och rör	9 000	
Förhöjd anslutningsavgift (fr 160 A till 250 A)	11 200	
Delsumma	320 200	
Moms 12,87	<u>41 200</u>	
Σ värmepump 128 kW	361 400	361 400
Akkumulator 6 m <sup>3</sup>	15 000	
Pump, reglerutrustning, armatur m m	9 000	
Elektrisk inkoppling	<u>3 000</u>	
Delsumma	27 000	
Moms 12,87	<u>3 500</u>	
Σ ackumulatoranläggning	30 500	30 500
<hr/> Totalt för alt II (utan ackumulator = 790 400)		<hr/> 820 900 <hr/>

## Alt III

Konventionell del lika alt II		209 900	
Yttre arbeten lika alt II		163 200	
Byggnadsarbeten, pumpgrop lika alt II		55 900	

Värmepump 184 kW komplett	368 000		
Anslutning el och rör	12 000		
Förhöjd anslutningsavgift (fr 160 A till 315 A)	19 700		
		<hr/>	
Delsumma	399 700		
Moms 12,87	51 400		
Σ värmepump 184 kW	451 100	451 100	

Akkumulatoranläggning lika alt II		30 500	
-----------------------------------	--	--------	--

Totalt för alt III (utan ackumulator = 880 100)		910 600	
----------------------------------------------------	--	---------	--

---

## Alt IV

Värmepanna (el), expansionskärl, pumpar, armatur, rörledningar etc	87 000		
Elektrisk inkoppling av ovanstående	2 000		
Projektering	10 000		
Förhöjd anslutningsavgift (fr 160 A till 400 A)	30 800		
		<hr/>	

Delsumma	129 800		
Moms 12,87	16 700		
Σ konventionell del av anläggning	146 500	146 500	

Yttre arbeten lika alt II		163 200	
Byggnadsarbeten, pumpgrop lika alt II		55 900	

Värmepump 184 kW komplett	368 000		
Anslutning el och rör	12 000		
		<hr/>	
Delsumma	380 000		
Moms 12,87	48 900		
Σ värmepump 184 kW	428 900	428 900	

Akkumulatoranläggning lika alt II		30 500	
-----------------------------------	--	--------	--

Totalt för alt IV (utan ackumulator = 794 500)		825 000	
---------------------------------------------------	--	---------	--

---



I alt II, III och IV har icke projekteringskostnader medräknats för den aktuella värmepumpanläggningen. Anledningen är den kostnadsdifferens som berör VVS- och EL-projekteringen för ett "normalt" projekt kontra projekteringen av bl a mätutrustning för ett BFR-projekt.

## 6.2 Drift- och underhållskostnader

### 6.2.1 Energiflöden, oljeförbrukning

#### Alt I

Arsenergiförbrukning enl tabell 5:2	= 468,6 MWh/år
Oljeförbrukning vid årsverkn grad 0,75	≈ 63 m <sup>3</sup> /år
Elförbrukning oljeaggregat	= 1,7 MWh/år
Övrig fastighetsförbrukning av el (antagen)	= 250 MWh/år

#### Alt II

Tabell 6.1 Energiflöden enligt alt III. Värmefaktor sortlös, övriga värden i MWh

Mån	Q enl tab 5:2	Prod olja	Prod v-pump	Värme fakt	Elförbr v-pump	Elförbr pumpar älvvatten
1	60,2	6,0	54,2	2,1	25,8	1,6
2	53,0	5,0	48,0	2,1	22,8	1,4
3	57,3	5,9	51,4	2,1	24,5	1,5
4	45,4	2,0	43,4	2,1	20,7	1,2
5	33,8	-	33,8	2,2	15,4	0,9
6	18,0	-	18,0	2,5	7,2	0,4
7	16,1	-	16,1	2,6	6,2	0,4
8	17,6	-	17,6	2,6	6,8	0,4
9	30,1	1,0	29,1	2,4	12,1	0,7
10	39,5	1,9	37,6	2,2	17,1	1,0
11	44,3	4,4	39,9	2,1	19,0	1,1
12	53,3	5,3	48,0	2,1	22,8	1,4
År	468,6	31,5	437,1	2,18	200,4	12,0

I tabellen ovan inkluderar värmefaktorn drift av samtliga hjälpapparater i värmepump såsom oljepump, köldmediapump och vattenpump. I värmepumpens elförbrukning ingår då även drift av dessa hjälpapparater.

Oljeförbrukning vid årsverkn. grad 0,5 ≈ 6 m<sup>3</sup>/år

Den låga årsverkningsgraden motiveras av särskilt ogynnsamma driftförhållanden. Pannan måste stå uppeldad långa perioder utan att användas.

Total elförbrukning enl tabell 6.1 = 212,4 MWh/år  
 Elförbrukning oljeaggregat = 0,2 MWh/år

#### Alt III

Tabell 6.2 Energiflöden enligt alt III. Värmefaktor sortlös, övriga värden i MWh

Mån	Q enl tab 5:2	Prod olja	Prod v-pump	Värme fakt	Elförbr v-pump	Elförbr pumpar älvvatten
1	60,2	2,0	58,2	2,2	26,5	1,6
2	53,0	2,0	51,0	2,2	23,2	1,4
3	57,3	2,0	55,3	2,2	25,1	1,5
4	45,4	-	45,4	2,2	20,6	1,2
5	33,8	-	33,8	2,4	14,1	0,9
6	18,0	-	18,0	2,6	6,9	0,4
7	16,1	-	16,1	2,7	6,0	0,4
8	17,6	-	17,6	2,7	6,5	0,4
9	30,1	-	30,1	2,5	12,0	0,7
10	39,5	-	39,5	2,3	17,2	1,0
11	44,3	-	44,3	2,2	20,1	1,1
12	53,3	2,0	51,3	2,2	23,3	1,4
År	468,6	8,0	460,6	2,29	201,5	12,0

Betr värmefaktor och elförbrukning gäller samma förhållande som angetts under tabell 6.1

Oljeförbrukning  $\approx 2 \text{ m}^3/\text{år}$

Oljeförbrukning härstammar i huvudsak från förbrukning under perioder då pannan står uppeldad som reserv utan att egentligen utnyttjas för värmeproduktion.

Total elförbrukning enl tabell 6.2 = 213,5 MWh/år  
 Elförbrukning oljeaggregat är försumbar

#### Alt IV

Detta alternativ överensstämmer med tabell 6.2 när den energi som produceras med oljepanna utbytes mot energi producerad med elpanna (380 V)

## 6.2.2 Kostnader

Tabell 6.3 Jämförelse av drift- och underhållskostnader för olika alternativ. Fastighetens övriga elförbrukning har medtagits för att kunna ta hänsyn till eventuella marginaleffekter i abonnemanget

	Alt I		Alt II		Alt III		Alt IV	
	Mängd	Kostn kkr/år	Mängd	Kostn kkr/år	Mängd	Kostn kkr/år	Mängd	Kostn kkr/år
Elförbrukn värme- central MWh/år	1,7	0,3	212,6	42,5	213,5	42,7	221,5	53,2
Fastighetsförbruk- ning MWh/år	250,0	50,0	250,0	50,0	250,0	50,0	250,0	60,0
Oljeförbruk- ning m <sup>3</sup> /år	63,0	94,5	6,0	9,0	2,0	3,0	-	-
Fast avgift el	(160A)	11,4	(250A)	19,7	(315A)	24,7	(400A)	13,0
Underhåll, service, sotning	·	7,0	·	17,0	·	17,0	·	11,0
Årskostnad	·	163,2	·	138,2	·	137,4	·	137,2
Därav energikost- nad för värmeprod	·	94,8	·	51,5	·	45,7	·	53,2

Bränslepris:

EO1 = 1500 kr/m<sup>3</sup>

Energipris el (gällande fr 1 jan 1981)

Tariff I = 20 + 4 öre/kWh  
Tariff II = 16 + 4 öre/kWh

### 6.3 Utvärdering

Om alt I tas som utgångsinvestering för värmecentralen blir merkostnaden enligt kap 6.1

för alt II	591000 kr
för alt III	680000 kr
för alt IV	594000 kr

Om man försöker göra en lönsamhetsberäkning för denna investering t ex enl nuvärdesmetoden visar det sig genast att en investering i denna värmepump aldrig kan visa direkt lönsamhet.

Om man antar den ekonomiska livslängden till 15 år och kalkylräntan 15 % fås besparingarnas nuvärde till:

för alt II	146000 kr
för alt III	152000 kr
för alt IV	152000 kr

Ma o skulle den ökade investeringskostnaden behövt begränsas till ca 150000 kr för att investeringen skulle bli direkt lönsam vid konstant energipris.

Orsaken till den dåliga lönsamheten är inte svår att finna:

- Alla investeringar måste "betalas" med besparingar i energiförbrukningen. I denna anläggning har konstruktören kalkylerat med en mycket låg förbrukning av energi för uppvärmningsändamål (t ex effekt endast 2 kW/låg). Den "pott" ur vilken investeringarna skall betalas är således redan mycket liten.
- Investeringarna i denna anläggning är dubbla enär reservsystemet (för värmepumpen) av säkerhetsskäl är dimensionerat för att klara hela värmebehovet
- Avståndet till älven är för stort när den potentiella besparingen är så liten.
- Kalkylräntan är för hög, vilket födrabbar alla energiprojekt och gynnar billiga energislukande anläggningar.
- Lönsamheten för värmepumpar påverkas kraftigt av energipriset. Nuvärdesmetoden tar ingen hänsyn till höjda energipriser utan används bäst till att jämföra olika investeringsalternativ.

### 6.4 Isvärmepumpens ekonomiska förutsättningar

Om värmepumpar i framtiden på allvar skall kunna introduceras i den omfattning som krävs för att bäst utnyttja tillgänglig energi, måste alla värmekällor ut-

nyttjas enligt den lokala förutsättningen. Här fyller isvärmepumpen en given plats.

Om de komponenter som idag är oprövade, dvs förångare och transportsystem för isblandat vatten ges sådant stöd, att de kan utvecklas till driftsäkra system, blir isvärmepumparna direkt lönsamma. Av anläggningarna krävs då:

- att de är så stora, att de ekonomiskt kan bära den något komplicerade förångartekniken
- att de är så stora, att värmepumpen trots krav på minimistorlek endast täcker t ex 30-50 % av totala effektbehovet och därigenom garanterar en god utnyttjningstid (60-95 % av energibehovet)
- att värmepumpsystemet är så driftsäkert att ej kompletta reservsystem måste installeras. Den värmeproducent som erfordras för topp-effekten borde vara ett tillräckligt reservsystem.
- att avståndet till värmekällan (älven) ej är alltför stort, eller att terrängen är svårframkomlig. Stort avstånd till värmekällan talar dock principiellt för en isvärmepump, som ju med liten mediamängd kan transportera stora värmemängder
- att värmepumpens förångare (ismaskin) utvecklas från ett beställningsarbete till en serietillverkad industriprodukt

## 7 MÄTPROGRAM

## 7.1 Allmänt

Mätningarna skall bekräfta eller dementera de antaganden om energibesparing som gjorts under projekteringen. Mätningarna skall utöver detta ge underlag för en samlad bild av anläggningens funktion vid verkliga klimatdata.

I denna anläggning är dock insamling och bearbetning av rena mätdata ett mindre omfattande arbete än insamling och bearbetning av drifterfarenheter.

## 7.2 Mätpunkter

På värmeförbrukarsidan bör mätningen omfatta:

- värmemängd totalt till undercentraler
- värmeeffekt momentant till undercentraler
- värmemängd total förbrukning till en representativ undercentral
- värmeeffekt momentant till samma representativa undercentral.

Om ackumulator installeras på den producerande sidan (i värmecentralen) bör mätningarna omfatta nedanstående enheter.

□ Elförbrukning för:

- kompressor i värmepump
- värmepumpens hjälpmaskiner
- älvvattenpumpar
- oljeaggregat
- laddningspump P2

□ Drifttider för:

- värmepump
- oljepanna (den tid pannan är uppeldad)

□ Oljeförbrukning

□ Producerad värmemängd för:

- värmepump
- oljepanna

□ Värmeeffekt momentant producerad för det flöde som passerar laddningspump P2

□ Mätprogrammet för funktion hos värmepumpens kompressor och förångare bör utarbetas i samråd med leverantören, men kan t ex förutom ovanstående mätningar omfatta:



- förångningstemperatur
- kondenseringstemperatur
- älvvattentemperatur
- älvvattenmängd
- kompressorkapacitet (i %)

Generellt bör också utetemperaturen registreras via skrivare, vilket är väsentligt även för den redan skisserade ekologiska utvärderingen.

### 7.3 Bearbetning av mätdata

Någon av mätcentralerna förutsätts sköta insamling av mätdata. För vidare bearbetning svarar projektgruppen för detta projekt.

### 7.4 Drifterfarenheter

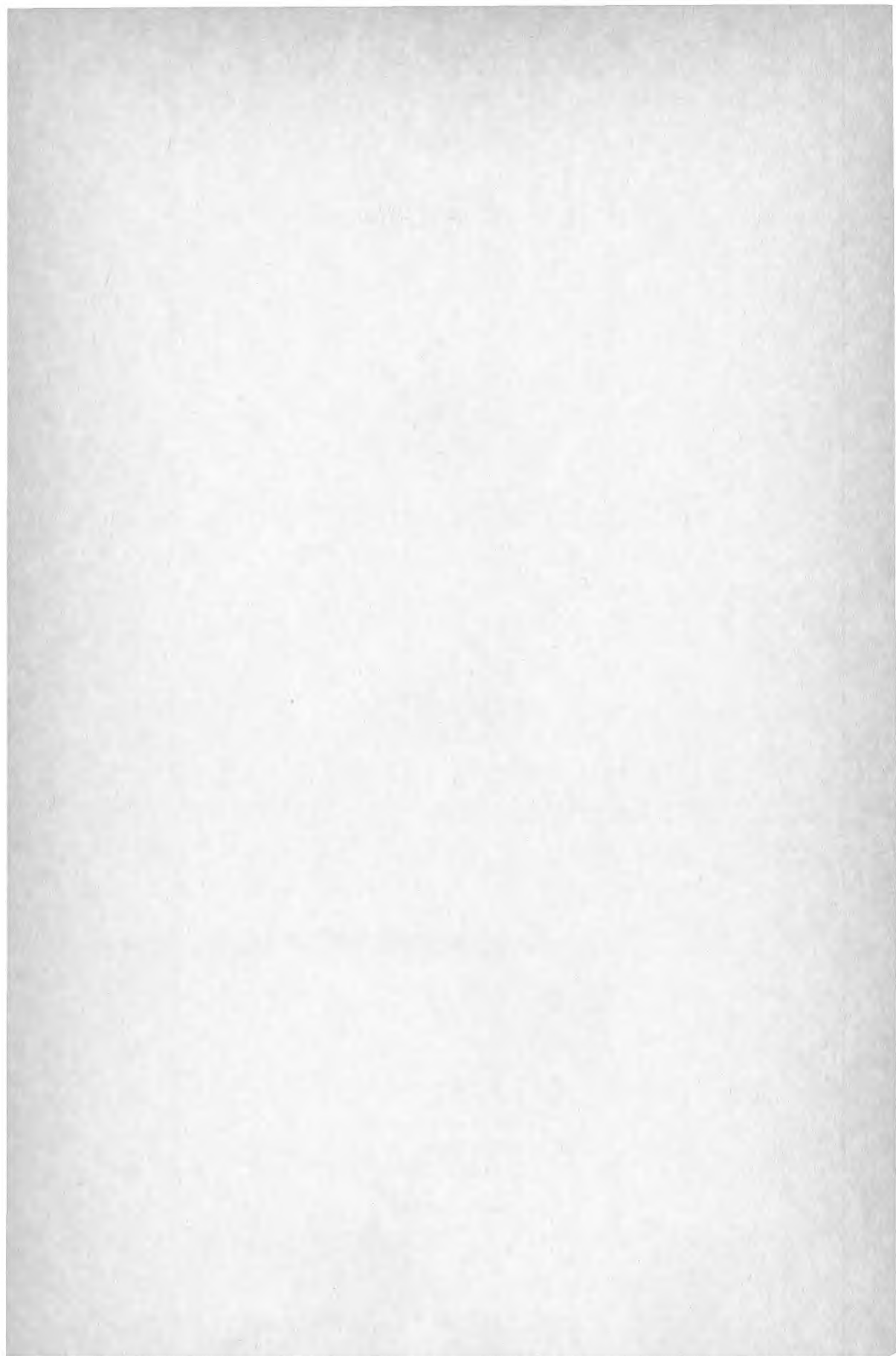
Parallellt med insamling av mätdata kan den färdiga anläggningen ge erforderliga drifterfarenheter. För anläggningen gäller detta således de oprövade och framför allt odokumenterade enheterna förångare och transportsystem för älvvatten.

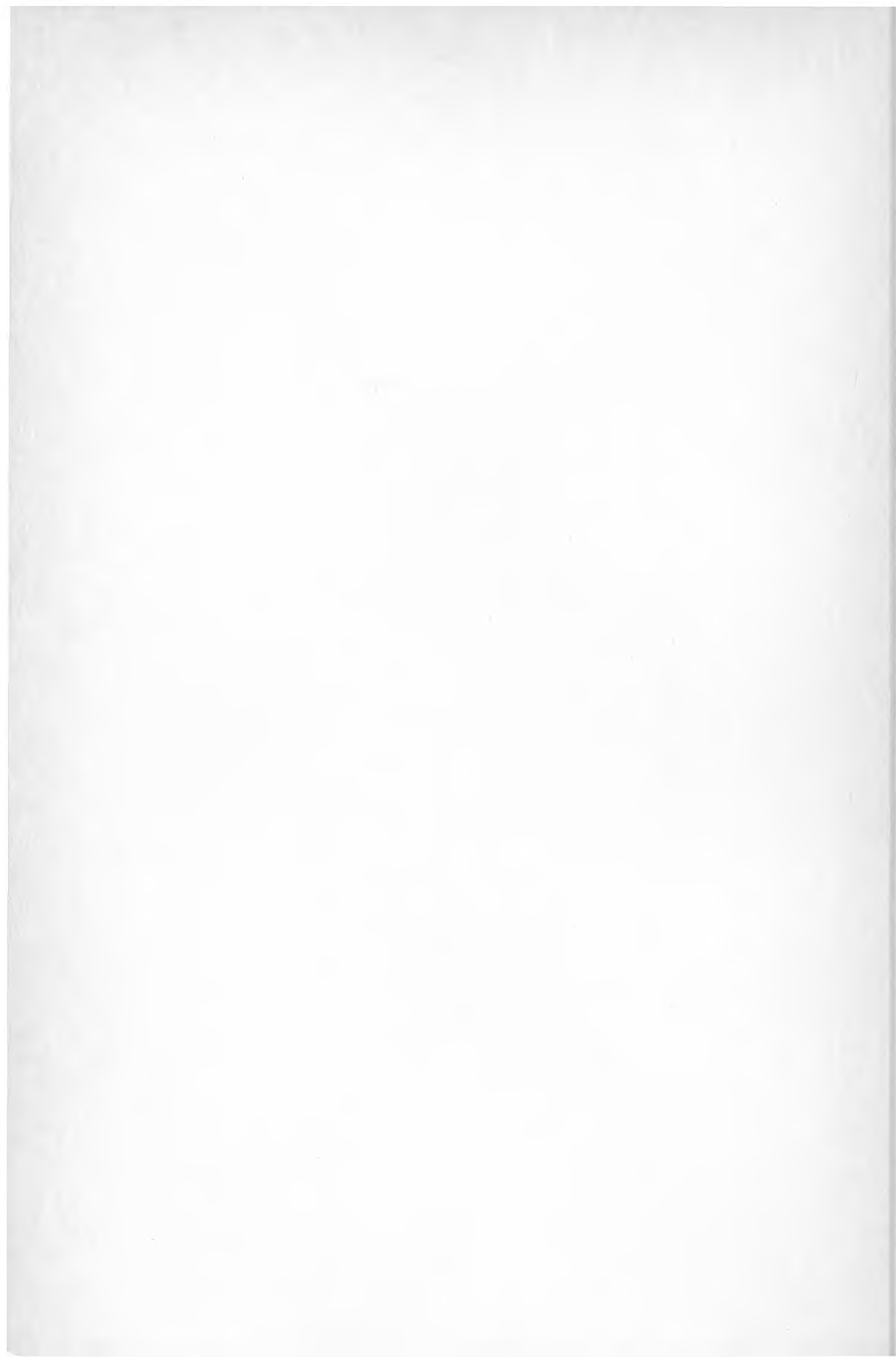
Genom denna anläggning får vi i Sälen en unik möjlighet, att studera ett kontinuerligt utsläpp av is i en älv som trots god vattenhastighet är isbelagd sex av årets tolv månader.

Att studera detta utsläpp är den sista och kanske viktigaste delen av uppföljningsarbetet. För detta arbete kommer projektgruppen att söka samarbete med de forskare kanske speciellt inom Statens Vattenfallsverk, som redan besitter kvalificerad kunskap på detta område.

## LITTERATUR

<u>Författare</u>	<u>Titel</u>
Lundgren, T. Nilsson, S. 1979	Individuell varmvattenmätning - En undersökning i fyra bostads- områden. (Rapport R23:1979 från Statens råd för byggnadsforsk- ning)
Lagerström, S.A. Norrfors, M. 1979	Solvärmt tappvatten i befint- liga flerbostadshus med natt- ackumulering av el. (Rapport R141:1979 från Statens råd för byggnadsforskning)
SMHI, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut 1979	Vattenföring i Sverige
SMHI/Naturvårds- verket (SNV) 1979	Vattenföringsbestämningar vid vattenundersökningar
VVS-tekniska föreningen 1979	Värmepumpar, VVS-special nr 1:1979
VVS-tekniska föreningen 1974	VVS-handboken, tabeller och diagram. Förlags AB VVS





**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 800320-6  
från Statens råd för byggnadsforskning till Stiftelsen  
Malungshem, Malung.**

**R49: 1981**

**ISBN 91-540-3479-5**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700349**

**Abonnemangsgrupp:  
W. Installationer**

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

**Cirka pris: 25 kr exkl moms**