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.

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Rapport R67:1989

CFC i kyl- och värmepumpanläggningar

Nordiskt seminarium

Thore Berntsson

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION
Accnr
Plac Ser

R/TL

Byggforskningsrådet

R67:1989

CFC I KYL- OCH VÄRMEPUMPANLÄGGNINGAR

Nordiskt seminarium

Thore Berntsson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 871238-8
från Statens råd för byggnadsforskning till Stiftelsen
Chalmers Industriteknik, Göteborg.

44487

VA NYTT

REFERAT

Syftet med projektet har varit att initiera samarbeten inom IEA och Norden avseende CFC-problematiken samt att öka kunskapen om pågående och planerade FoU-aktiviteter inom detta område. Projektet har genomförts med följande huvuduppgifter:

* Utsändande av enkät till tillverkare, konsulter, större användare, forskare och statliga myndigheter inom kyl- och värmepumpsområdet i Norden; sammanställning av enkätresultat i en rapport, som har belyst pågående och planerade FoU-aktiviteter samt attityder till olika framtida åtgärder.
* Utsändande av enkät till forskare och statliga myndigheter iIEA-länderna. Rapport med motsvarande innehåll som ovan.
* Anordnande av ett seminarium för nordiska experter i Göteborg 3-4 maj 1988
* Anordnande av seminarium för experter inom IEA-länderna i Rom 30-31 maj 1988.

Rapportförteckning:
"Proceedings - CFC seminar Rome 30-31 May 1988"
"Nordiskt seminarium om CFC-problemet inom kyl- och värmepumptekniken 3-4 maj 1988. Sammanstälklning av föredrag och diskussioner."
"Questionnaire concerning the CFC problem for refrigeration andheat pump plants. Results from questionnaire replies with comments"
"Enkät angående problematiken med CFC-arbetsmedier i kyl- och värmepumpanläggningar. Sammanställning av enkätsvar med kommentarer."

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

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R67:1989

ISBN 91-540-5066-9
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
Svenskt Tryck Stockholm 1989

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD

1. ÖVERGRIPANDE ASPEKTER
1.1 Inledning och bakgrund 1
Per-Erling Frivik, Norge
1.2 Pågående arbeten internationellt (IEA och IIR) 2
Thore Berntsson, Sverige
1.3 Resultat av enkät i de nordiska länderna 2
Thore Berntsson, Sverige

2. SITUATIONEN AVSEENDE ANVÄNDNING AV CFC, LAGAR, NORMER OCH REKOMMENDATIONER I DE NORDISKA LÄNDERNA
2.1 *Per Danig, Danmark* 17
2.2 *Aslak Larjo, Finland* 22
2.3 *Per-Erling Frivik, Norge* 26
2.4 *Lars-Olof Glas, Sverige* 41
2.5 Diskussion 44

3. FÖRBEREDDA PRESENTATIONER ANGÅENDE MÖJLIGA KORT- OCH LÅNGSIKTIGA ÅTGÄRDER
3.1 Reduktion av utsläpp av CFC genom tekniska åtgärder och vid övergång till andra medier 48
Hans T. Haukås, Norge
3.2 Rutiner för hantering och uppsamling/destruktion av köldmedier 63
H.J. Høgaard-Knudsen, Danmark
3.3 Krav på köldmedier 64
Gustav Lorentzen, Norge
3.4 Nya, möjliga köldmedier 72
Dick Powell, ICI, England
3.5 Framtida användningsmöjligheter för ammoniak 80
Anders Lindborg, Sverige
3.6 Framtida användningsmöjligheter för ickeazeotropa blandningar 90
Thore Berntsson, Sverige
3.7 Alternativa kyl- och värmepumpprocesser 97
Eric Granryd, Sverige
3.8 Olika nordiska tillverkares synpunkter på möjliga/nödvändiga omställningar 99
Yngve Johansson, Stal Refrigeration, Sverige
Poul Erik Hansen, Danfoss A/S, Danmark
Flemming Boldvig, Sabroe, Danmark
Per Samuelsen, Finsam A/S, Norge
3.9 Brukarens synpunkter på möjliga/nödvändiga omställningar 117
Knut-Erik Madsen, Norge

4 KARTLÄGGNING OCH PRIORITERING AV KORT- OCH LÅNGSIKTIGA ÅTGÄRDER
Redovisning av grupparbete 123

5 FoU–SITUATIONEN I DE NORDISKA LÄNDERNA
5.1 Pågående och planerad högskoleforskning
H.J. Høgaard–Knudsen, Danmark 130
Risto Tarjanne, Finland 131
Per–Erling Frivik, Norge 139
Erik Granryd, Sverige 150
Thore Berntsson, Sverige 171

6 BEHOV AV YTTERLIGARE FoU–SATSNINGAR OCH SAMARBETEN I NORDEN 173

7 FORTSATTA AKTIVITETER 179

Bilaga 1 Deltagarförteckning

Bilaga 2 Program

FÖRORD

Problem med användning av CFC arbetsmedier i kyl– och värmepumpanläggningar har under de senaste åren föranlett sådana beslut och diskussioner kring deras framtida användning att man nu står inför den största omställningen i dessa branschers moderna historia. Av denna anledning har Statens råd för byggnadsforskning (BFR) i Sverige tagit initiativ till aktiviteter dels inom IEA (International Energy Agency), dels inom Norden för att initiera ett ökat forsknings– och utvecklingssamarbete mellan länderna. Dessa arbeten har utförts av undertecknade och de har finansierats av BFR. Aktiviteterna har samordnats med verksamheten inom NBS Energi – Expertgruppen för värmepumpar.

Inom Norden har huvudsakligen två aktiviteter genomförts:

* Distribution av enkäter angående CFC–problematiken och sammanställning av rapport från denna.

  Enkäterna har distribuerats till statliga myndigheter och organ, branschorganisationer, forskningsinstitutioner, större användare, tillverkare och i Sverige även konsulter. Syftet med enkäterna har varit att sammanställa attityder från olika kategorier angående olika möjliga kort– och långsiktiga åtgärder samt pågående forsknings– och utvecklingsaktiviteter i de olika nordiska länderna.

* Anordnande av tvådagars seminarium i vilket ca 40 experter har deltagit.

Valet av enkätmottagare och experter vid seminariet har gjorts av varje lands delegat i NBS Energi – Expertgruppen för värmepumpar. Slutlig version av rapporten från enkätsvaren kommer inom kort att sändas till delegaterna i NBS–gruppen och samtliga deltagare vid seminariet samt till dem som besvarat enkäterna.

Föreliggande rapport är en sammanställning av de presentationer och diskussioner som genomfördes under seminariet. Vi vill tacka följande personer för värdefulla bidrag vid arbetet:

Per–Erling Frivik, ordförande i NBS Energi – Expertgrupp för värmepumpar, för värdefulla och ingående diskussioner om utformningen av enkäter och seminarium. Besluten angående uppläggningen av arbetena har därför skett i nära samråd med honom.

Marine Högberg, Petter Nekså och *Lennart Vamling*, för deras arbete som tekniska sekreterare vid seminariet.

Göteborg 19 oktober 1988

Thore Berntsson Ann–Marie Hellgren

Rapporten sammanställdes ursprungligen för distribution till seminariedeltagarna. På grund av det stora intresse som visats har Byggforskningsrådet beslutat att även trycka rapporten. En viss gallring i materialet har därför gjorts. Den tekniska kvaliteten på materialet är därför inte heller så som det hade varit, om det ursprungligen hade varit ämnat till en rapport för publikation. Sammanställningen är gjord direkt med overheadbilder etc, som visades vid seminariet.

Göteborg i april 1989

Thore Berntsson Ann–Marie Hellgren

1. ÖVERGRIPANDE ASPEKTER

1.1 Inledning och bakgrund

Per–Erling Frivik

Två seminarier är planerade. Förutom det nu pågående blir det ett i Köpenhamn i januari 1989. Från norsk sida är det angeläget med en expertgrupp för kylteknik som kan arbeta jämsides med värmepumpgruppen. Vid ett möte igår beslöts att kylteknikföreningarna skall utse en representant till denna nya grupp. Man kommer sedan att försöka få kyl– och värmepumpteknik som ett område under Nordiska Ministerrådet.

1.2 **Pågående arbeten internationellt (IEA och IIR)**
Thore Berntsson

1.3 **Resultat av enkät i de nordiska länderna**
Thore Berntsson

K: BFR har gett ut en skrift: "CFC i kyl– och värmepumpanläggningar. Risker och motåtgärder. Skriften rekommenderades.

- VILKA ALTERNATIV TILL R12 PÅ KORT OCH LÅNG SIKT FINNS DET I OLIKA TYPER AV APPLIKATIONER?

- ÄR R134a DET MEDIUM VI SKALL VÄNTA PÅ?

- OMSTÄLLNINGEN NÖDVÄNDIGGÖR NY KUNSKAPSUPPBYGGNAD

- ÄR DET MÖJLIGT ATT I FRAMTIDEN TALA OM NÅGOT FLER MEDIER ÄN IDAG, "SKRÄD-DARSYDDA" FÖR VISSA APPLIKATIONER?

- FINNS DET NYGAMLA LÖSNINGAR SOM BORDE STUDERAS MER SERIÖST?

CFC–ENKÄT I NORDEN

Syften

- Belysa attityder hos olika kategorier angående olika framtida alternativ
- Sammanfatta pågående och planerad FoU i Norden
- Belysa behovet av ytterligare FoU
- Möjliggöra ökat samarbete i Norden

Mottagare

- Statliga myndigheter och organ
- Branschorganisationer, konsulter, större användare
- Tillverkare
- Forskningsinstitutioner

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		sid nr
1	INLEDNING	1
2	MÖJLIGA ÅTGÄRDER I LÅNGT OCH KORT PERSPEKTIV	
2.1	Kommentarer	3
2.2	Enkätsvar	8
	Bilaga 2.1–2.3	18
3	PÅGÅENDE OCH PLANERADE AKTIVITETER INOM UTBILDNING OCH INFORMATION	
	Enkätsvar	21
4	FoU–AKTIVITETER SOM BÖR PRIORITERAS	
	Enkätsvar	22
5	PÅGÅENDE OCH PLANERADE FoU–AKTIVITETER	
	Enkätsvar	23
6	BEHOV AV ÖKAT NORDISKT SAMARBETE	
	Enkätsvar	26
7	LISTA PÅ TILLGÄNGLIGA PUBLIKATIONER	27
8	FÖRSLAG TILL FÖRORDNINGAR, NORMER OCH REKOMMENDATIONER I DE NORDISKA LÄNDERNA	30

BILAGA I: Enkäter
BILAGA II: NBS–gruppen
BILAGA III: Enkätmottagare

ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖRBÄTTRA SERVICE OCH UNDERHÅLL SAMT SPECIELLA ÅTGÄRDER VID INGREPP

- Olika konstruktiva åtgärder skall ha högsta prioritet
- Många konkreta svar
- Kunnig personal (behörighet)
- Återkommande besiktning
- Informationskanal (databank)
- Extra behållare (i små system portabla) praktiskt och ekonomiskt möjligt

ALTERNATIV TILL R12 I BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR

R500 ETC:
Tekniskt möjligt i större anläggningar men liten förbättring av "ozontalet".

Eldfarliga medier:
Försumbar potential.

R152a?

Ickeazeotropa blandningar:
"Nyfiken skepsis"

Vissa applikationer, t ex helhermetiska system och stora anläggningar.

Problem: Läckage, dålig värmeöverföring

Lösning under en övergångsperiod

ÅTGÄRDER I NYA ANLÄGGNINGAR, SETT PÅ NÅGRA ÅRS SIKT

Konstruktiva åtgärder

Förbättrad mekanisk konstruktion:
- Högsta prioritet
- Många konkreta förslag

Förbättrad design
- Indirekta system och direktexpansion (leder till sämre lösning?)
- Ökat tryck (40 bar) för övergång till R22 (och NH_3) en av de viktigaste åtgärderna

Alternativa medier

Återgång till ammoniak:
- Vitt skilda åsikter
- Problem: Akut giftighet och höga tryckrörstemperaturer
- Enbart i större, bl a industriella kyl- och frysanläggningar
- Större drifttrygghet än R12 i t ex frysanläggningar
- Stor potential även i mindre och medelstora kyl- och frysanläggningar
- FoU–behov kring komponenter

Eldfarliga ämnen:
- Endast industriella anläggningar
- R152a i stora värmepumpar
- I helhermetiska system

Ickeazeotropa blandningar:
- Åsikter från marginell användning i vissa applikationer till en av de intressantaste möjligheterna i nya system
- Behov av ytterligare FoU–satsningar

NYA ANLÄGGNINGAR, 5–10 ÅRS SIKT

Nya medier

- R134a huvudsakliga ersättningsmedlet för R12
- Farhågor för introduktionen tidsmässigt. Kan dröja till sekelskiftet

Nya processer

- Kompressions/absorptionsprocesser i vissa högtemperaturapplikationer
- Stirlingprocessen på sikt?

ÖKAT NORDISKT SAMARBETE ANGÅENDE NORMER/REKOMMENDATIONER ETC

- Viktigt, men samarbetet bör på sikt inriktas mot EG–länderna

- Viktigare med internationellt samarbete (import/exportfrågor)

De planerade hårdare restriktionerna i Norden jämfört med andra länder kan leda till:

- Tillverkande industrier och FoU–institutioner i Norden får ett försprång gentemot andra länder ⇒ god exportsituation på sikt

- Restriktioner etc i Norden forceras så kraftigt tidsmässigt, att Norden fjärmar sig från övriga världen ⇒ oönskade speciallösningar

FoU–AKTIVITETER SOM BÖR PRIORITERAS

- Samarbete högskola–industri viktigt
- Problem på system– och komponentnivå, som orsakas av nya medier
- Data för R134a
- Ickeazeotropa blandningar
- Experiment– och demonstrationsanläggningar med nya medier/blandningar

PÅGÅENDE OCH PLANERADE FoU–AKTIVITETER VID CTH

- Mätningar av tillstånds– och transportdata för nya medier och ickeazeotropa blandningar
  - Viskosimeter
  - VLE– och p,V.T–mätningar
  - Högtryckskalorimeter

- Ekvationer för uppskattning av data för nya medier och blandningar. Uppskattningsmetoder från kemitekniken. Identifiering av möjliga azeotroper (t ex FC–kolväte)

- Simuleringar av kyl– och värmepumpsystem med nya ickeazeotropa blandningar. Datorprogramsystem har utvecklats.

- Design av processer med ickeazeotropa blandningar

- Utveckling av förångare av fallfilmstyp. Både för nya medier och blandningar i större anläggningar

- Kompressions/absorptionssystem

Samarbeten

Stal Refrigeration. Mätningar på fullskaleriggar med ickeazeotropa blandningar.

IEA–samarbeten:

Operating Agent i

Annex VI: Study of working fluid mixtures and high temperature working fluids for compressor driven systems (Deltagande länder: Österrike, Danmark, Japan, Västtyskland, Sverige, USA)

Annex VII: New developments of the evaporator part of heat pump systems (Deltagande länder: Sverige, Finland, Danmark, Canada, Norge)

Annex XIII: State and transport properties of high temperature working fluids and nonazeotropic mixtures (Deltagande länder: Sverige, Japan, USA, Canada, Tyskland, Norge)

	CTH	KTH	DTH	NTH	TTH
a) **nya rena arbetsmedier och azeotropa blandningar:**					
– fysikalisk–kemiska data	x	x			
– termodynamiska prestanda		x			x
– värmeöverföring och värmeväxlardesign	x	x		x	
– kompressor– och smörjoljefrågor		x		x	
– systemdesign och –optimering	x			x	x
b) **icke–azeotropa blandningar:**					
– fysikalisk–kemiska data	x				
– termodynamiska prestanda	x			x	x
– värmeöverföring och värmeväxlardesign	x		x	x	x
– kompressor– och smörjoljefrågor					
– systemdesign och –optimering	x		x	x	
c) **alternativa kompressionsprocesser:**					
– fysikalisk–kemiska data	x				
– termodynamiska prestanda	x				
– värmeöverföring och värmeväxlardesign	x				
– kompressor– och smörjoljefrågor					
– systemdesign och –optimering	x				
d) **övriga forskningsaktiviteter, relevanta för området**		x	x	x	x
Totalt antal forskarår/år	≈6	1–2	2	5–6	5

SITUATIONEN I NORDEN

- Hårdare och tidigare restriktioner än i andra länder
- Internationellt sett stor och högt kvalificerad tillverkande industri
- En av de högsta "forskningsdensiteterna" i världen.

ENKÄTER TILL IEA–LÄNDER

- Statliga myndigheter och organ
- FoU–institutioner

Syfte:

- Att ställa samman en state–of–the–artrapport angående pågående och planerade aktiviteter i IEA–länderna samt belysa attityder mot olika åtgärder

TVÅDAGARS SEMINARIUM I ROM 30–31 MAJ

Syfte:

- Att diskutera för– och nackdelar med olika framtida lösningar
- Att prioritera behov av ytterligare FoU
- Att föreslå konkreta FoU–projekt som kan drivas som "annex" inom IEA

Tre experter från varje IEA–land.

IIR–AKTIVITETER

Enkät angående attityder till olika framtida alternativ har sänts till IIR–delegater. Enkätsammanställning klar i slutet av maj.

– Konferens i Purdue 18–21 juli

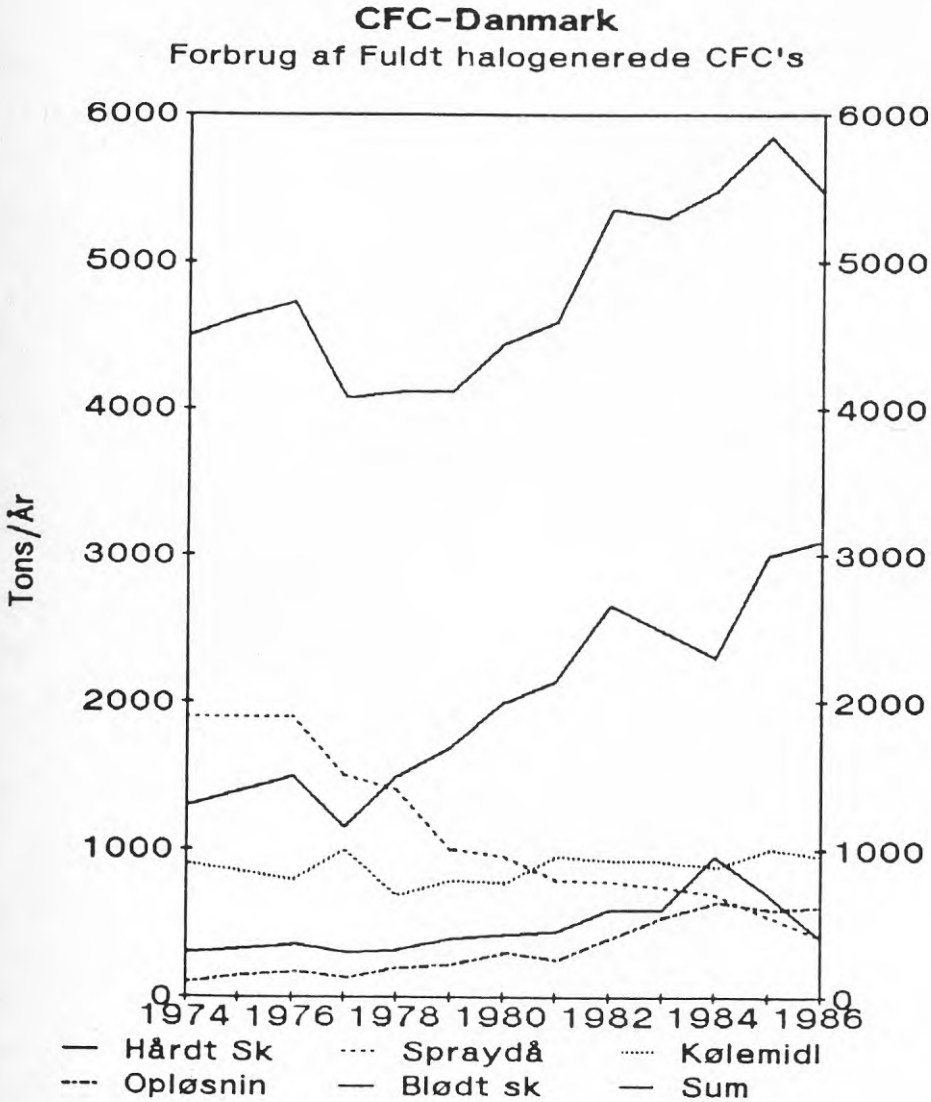
  Två sessioner om CFC

2 SITUATIONEN AVSEENDE ANVÄNDNING AV CFC, LAGAR, NORMER OCH REKOMMENDATIONER I DE NORDISKA LÄNDERNA

2.1 Danmark

F: Varför kan man inte minska förbrukningen inom kyl– och fjärrvärmeindustrin?

S: Det är omöjligt med hänsyn till exporten.


CFC-Danmark
Forbrug af Fuldt halogenerede CFC's
Tons/År
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
1974 1976 1978 1980 1982 1984 1986
Hårdt Sk
Spraydå
Kølemidl
Opløsnin
Blødt sk
Sum

2.2. 1988

FORBRUG AF CFC - FORDELT PÅ BRANCHER

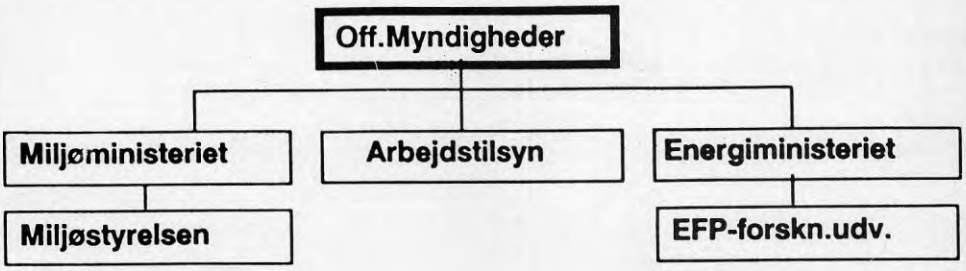
FORBRUG 1986: 1)				89/90	93/94
				Forbrug Tons	
FJERNVARME:		82o (incl. 3o t. 113)		1.050	1.200
KØLE/FRYSE SKABE:	85o				
KØLE/FRYSE MØBLER:	35				
KØLE/FRYSE RUM:	11o	1.11o		1.300	1.415
KØLE/FRYSE HUSE:	3o				
MOBILE KØLE/FRYSEANLÆG:	85				
BYGNING:	255				
PORTE/DØRE:	1oo	1.o45		1.100	665
FUGESKUM:	69o				
PU-KONSTRUKTION: (integral/andet)		12o		120	75
			3.o95		
BLØDT SKUM:		39o	39o	390	150
VARMEOVERFØRING:		83o		830	715
AFFEDT/RENSNING/SLIPMD:		61o	2.17o	610	23o
SPRAY:		73o		255	75
			5.655	5.655	4.525

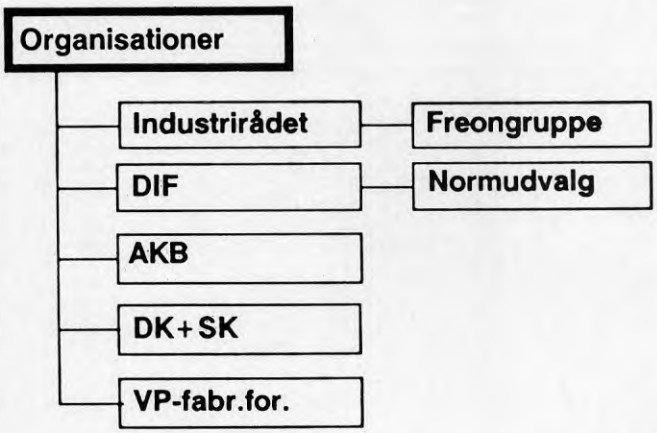
1) Nye opdaterede fordelingstal fra Erik Hansen, Cowiconsult. Disse tal er de endelige i Cowi's kommende rapport

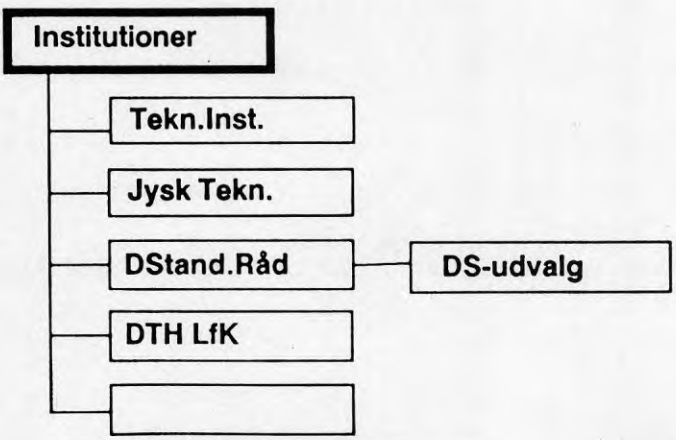
Reduktionsplan
Industrirådets Freongruppe

Danmark	1986 Total %	1989/90 Rel. Forb.%	1993/94 Rel. For. %	1998/99 Rel. Forb. %	1999 Tot Forb. %
Integreret Skum	7	60	0	0	0
Blødt Skum	2	126	0	0	0
Spraydåser	13	40	20	20	4
Affedtn/Renserier	11	95	20	20	4
Hårdt Skum/Byggeri	19	126	70	20	7
Kølemidler	15	90	80	40	12
Skum/Køleindustri	22	122	150	110	48
Skum/Fjernvarme	11	126	170	120	25
Ialt	100	100	80	50	100

CFC-ORGANISATION (NAT.)







2.2 Finland

MILJÖMINISTERIET
Avdelning för Avfalls Service

AVTAL

Finland har förpliktat sig att förminska helt halogenerade Klorfluorkolvätens (CFC-ämnen) användning till 25 % från 1986 nivå före året 1991 och vidare totalt 50 % före året 1998. Avsikten är att helt avstå från at använda dessa ämnen.

För att nå denna målsättning har Miljöministeriet (MM), Kylfirmornas Förening i Finland rf (KFFF) och Kylföreningen i Finland rf (KFF) överenskommit om åtgärder för att minska CFC-ämnen användning inom kylbransch. KFFF och KFF representarar alla brukare av CFC-ämnen i Finland inom kylbranschen.

Avtalet gäller helt halogenerade klorfluorkolväten som är R-11,-12,-113,-114 och -115 (ung. hälften av R-502 är R-115). Förbruk av CFC-ämnen inom kylbransch avses både bruk av värmeöverföringsmedel i kylaggregat och anläggningar samt deras användning för tillverkning av kyl- och fryspanel.

KFFF och KFF har förpliktat sig att förfara med alla möjliga medel så att användning av de helt halogenerade CFC-ämnen minskar i första staget med 25% före årets 1991 slut.

Denna minskning förverkligas med följande åtgärder:

- Minskad användning av helt halogenerade ämnen i alla de aggregat och anläggningarna där de kan ersättas med mindre skadliga CFC-blandningar eller med andra ämnen.

- Minskning av CFC-ämnens användning som kylmedel med att använda så kallade indirekta system så ofta det är möjligt.

- Tillvaratagning av det använda kylmedia och återanvändning.

- Förminskning av CFC-ämnens utsläpp med att förbättra tekniska lösningar (förbättring av aggregatens konstruktion och underhall samt system att upptäcka kylmedia läckage) samt förbättra regler och bestämmelser av kylaggregat.

- ökad information och skolning.

- Andra åtgärder.

Nograннare åtgärder är listade i bilaga.

Kylbranschens organisationer (KFFF och KFF) raporterar skriftligt årligen till MM om de i bilaga listade åtgärder som har förverkligat och deras inverkan till minskningen av aggressiva CFC-ämnen. MM uppföljen CFC-ämnens bruk inom kylbransch och länstyrelsen övervakar åtgärder på firmanivå.

Före året 1991 utgörs program om ytterligare åtgärder för att vidare minska CFC- ämnens användning. Då kan man bättre beakta det som har hänt inom kylbransch.

I Helsingfors den April 1988

Miljöministeriet (MM)

Kylfirmornas Förening i Finland rf (KFFF)

Kylföreningen i Finland rf (KFF)

BILAGA

ÅTGÄRDER INNOM KYLBRANSCH FÖR ATT MISKA FÖRBRUK AV CFC-ÄMNEN

1. Ersättliga ämnen och system

   Man ersätter de helt halogenerade CFC-ämnen i de avläggningar där det är möjligt. Detta gäller både nya och gamla anläggningar och aggregat. T.ex. förbruk av R-12 kan minskas märkbart med att ersätta det med R-22 eller med ammoniak i stora kylanläggningar.

   I stället av nuvarande kylaggregat utveckla system där man ej använder CFC-ämnen.

2. Minskning av CFC-ämnen.

   Gynna indirekta system i de fall det är möjligt.

3. Andra tekniska åtgärder

   KFF inrättar sammandrag av de tekniska förbättringar i konstruktion och uppehåll som minskar förbruk av CFC-ämnen.

4. Tillvaratagande och circulation

Utveckar de använda kylmedias tillvaratagande och vidare användning.

Utreder och förverkligar förstöring av de kylmedia som passar ej till vidare användning.

5. Information till kylfirmor

KFFF, KFF och MM informerar om detta avtal med åtgärder (punkt 1-4) till kylfirmor.
Förverkligas under våren -88

6. Skolning

KFFF och KFF bereder skolningsmaterial till skolningsanstallter samt ordnar skolningsdagar och lektioner om ämnet. Med skolning vegleder och informerar man om åtgärder som minskar avsläpp.

7. Auktorisering

MM, KFFF och KFF utredar om möjligheter att auktorisera kylbranschens installation och service.

8. Standarder och bestämmelser

Utreder möjligheter att få tillstånd till reglerande kylbestämmelser och -standander om användning och kvalitetskrav av kylmedel så att onödiga avsläpp kan förhindras. Med standard och regler inverkar man för det första på konsultens arbete.

9. Produktctveckling

De ersättande ämnen och andra medel att minska CFC'S användning strävar man inom kylfirmor att experimentera och införa till bruk så snart som möjligt.

10. Forskning

KFFF rekommenderas sådana diplom- och forskningarbeten där man behandlar minskning av kylmedia.

11. Information

MM, KFFF och KFF informerar gemensamt om detta avtal och dess innehåll.

SFS FINLANDS STANDARDISERINGSFÖRBUND STANDARDI SFS 5096

1986-06-30

KYLANLÄGGNING

Innehåll

0 Inledning

1 Anpassning

2 Hägvisningar
- 2.1 Standarder
- 2.2 Bestämmelser

3 Begrepp

4 Klassificering
- 4.1 Placeringsklass
- 4.2 Olika kylsystem
- 4.3 Kylmedia

5 Kylsystem och kylmedia i olika placeringsklass
- 5.1 Grupp 1
- 5.2 Grupp 2
- 5.3 Grupp 3
- 5.4 Ishallapplication
- 5.5 Aggregat installerat utomhus

6 Planering och utrustning av kylanläggning
- 6.1 Allmänt
- 6.2 Tryckprov
- 6.3 Material
- 6.4 Tryck-kärl
- 6.5 Kylmedia ledningar och delar
- 6.6 Installation av kylledningar
- 6.7 Mätinstrument
- 6.8 Säkerhetsanordningar
- 6.9 Elektriska installationer
- 6.10 övriga anordningar

7 Tillstånd och granskningar
- 7.1 Tryck-kärl
- 7.2 Bestämda granskningar
- 7.3 Placering av kylanläggningens delar
- 7.4 Andra tillstånd och granskningar

8 Allmanna bruksinfo
- 8.1 Maskinrum
- 8.2 Andra åtgärder
- 8.3 Beteckning
- 8.4 Anda regler

9 Bruk och underhåll
- 9.1 Instruktion
- 9.2 Åtgärder under bruk
- 9.3 Underhåll
- 9.4 Reparation
- 9.5 Säkerhets skydd

Annan info

2.3 Norge

Miljøversaker har fått økende prioritet i Norge. Dette har blant annet ført til støtte av en forsert nordisk reduksjonsplan for CFC.

Norges bulk-forbruk av CFC er kun 0.3 kg pr. innbygger. Vedlegg 1 viser Norges forbruk av CFC relatert til referanseåret 1986.

Av lover og regler som er av relevanse finnes det idag kun forskrifter for trykkbeholdere og rør (TBK-reglene). Dessuten finnes "Norsk standard for kjøleanlegg" (NS4622).

Forslag til tiltak mot CFC er gjengitt tabellarisk i Vedlegg 2. En redegjørelse og begrunnelse for reduksjonsplanene innenfor området "varmevekslingsformål" er gjengitt i Vedlegg 3. Tilsvarende for "mykt og stivt skum" er gjengitt i Vedlegg 4.

Vedlegg 5 gjengir de forventede konsekvenser av tiltaksplanene.

Norsk kylenorm skall utarbetas i 1989.

Vedlegg 1

Annex 1

04.02.1988

IMPORT AND USE OF BULK CFCs AND HALONS IN NORWAY - 1986
Provisional data

	CFC tons/1986					Halons t/86		
Use as raw matereial in:	**11**	**12**	**113**	**114**	**115**	**1301**	**1211**	**2401**
Flexible foam	210							
Ridgid foam	430	73						
Refrigeration and heating		230			70			
Solvents and dry cleaning			350					
Others (aerosols)	40	8						
Stationary fire extinguis.						126		
Small extinguishers							8,7	
Industrial refrigeration						10		
Sum import bulk	680	311	350		70	136	8,7	
ODP-factors*	1	1	0.8		0.6	10	3	
Sum weighted ODP-tons	680	311	280		42	1360	87	

* ODP = Ozone Depletion Potential

Norwegian import of bulk CFCs (weighted) in 1986: 1313 ODP-tons

Estimated import of bulk Halons (weighted) in 1986: 1447 ODP-tons

- - - - - - -

A rather large part of Norways "share" of the world emmissions of CFC are due to import of manufactured goods that have been produced with the use of CFCs in other countries.

CFC used in other countries to produce imported goods are;

flexible foam	**60 t**	**ridgid foam**	**742 t**
refrigeration and heating	**64 t**	**aerosols**	**120 t**

In 1986 these adds up to 986 ODP-tons as CFC 11 plus CFC 12.

FORSLAG TIL TILTAK MOT KFK
28.03.1988

År	Tiltak	Red. % av 86	Akkumulert red.	Red av * tot.imp.	Merknader
1988	Industien har selv blitt enige om ikke å produsere madrasser med KFK.	3 %	3 %		
1988	Krav til at nye varmepumper skal være tette	<1 %	3 %		Forbud i nye varmepumper ikke mulig kort sikt.
1989	Importlisens for KFK på 1986 nivå.		0		Må iversettes for å oppfylle Montreal-protokollen.
1989	Forbud mot import av KFK-blåst emballasje			3 %	Unødv. i hht Montreal-prot., men politisk godt?
1989	Forbud mot KFK blåste veiisoleringsplater dvs. konsesjonbehandling av Jacon.	7 %	10 %		Kan bli nødvendig med disp. til Vegdir. og NSB i to år.
1989	Forbud mot import av XPS " med KFK			20 %	Nødv. med importstopp for å hindre "utflagging".
1990	Produksjon av isolerplater kjølerom, Leca-blokker osv. skal halvere KFK-forbruket PUR	15 %	25 %		Vanskelig å regulere, men liten avgift på ca. 20-25 % kan muligens være tilstrekkelig.
1990	Regulere import av KFK-blåst PUR-skum			30 %	Nødvendig for å hindre "utflagging
1990	Tetting av eksisterende kjøle- og varmepumpeanlegg gjennom bedrede servicerutiner mv. Autorisering av kjølefirmaer og sertifisering av montører.	6-8 %	31-33 %		Tiltaket ikke avklart politisk med Næringsdepartementet.
1990	Forbud mot å innstallere nye kjøleanlegg med KFK (over 3 kg fyllingsmengde KFK)	5 %	36-38 %		Dette gjelder ikke kjøleskap til husholdning og butikker m.v.
1990	Forbud mot bruk av KFK 113 til vask av elektronikk	11 %	47-49 %		Alternativer bedre og billigere, evt. arbeidsmiljøprobl. uavklart.
1990	Kurs om innsparing av KFK og pålegg om ettermontering av KFK-gjenvinner i rensemaskiner	1 %	48-50 %		Sparingsmengder usikre.

TILTAK I LØPET AV 1990 KAN GI INNTIL 50 % REDUKSJON

1994	Forbud mot bruk av KFK til all mykt skum	13 %	61-63 %		Industrien vil gjerne ha lengre tid.
1994	Forbud mot import av KFK-blåst mykt skum			3 - 6 %	Må gjøres for å unngå "utflagging" av bedrifter.
1994	Forbedret innsparing kjøling og varmepumper	4 %	65-67 %		
1994	Forbud mot import av KFK-kjøleskap hushold.			6 %	Ikke nødv. i hht. Montreal, men antakelig av hensyn til svenske tiltak.
1994	Forbud mot KFK til hardtskumproduksjon	15 %	80-82 %		Hvis Sverige klarer dette bør også vi klare det.
1994	Forbud mot import av KFK-blåst hardtskum			30 %	Nødvendig for å hindre "utflagging"
1994	Utskifting med andre stoffer til avfetting innen industrien.	3 %	83-85 %		Kan muligens gjøres før, men lite å hente. kan også være arbeidsmiljøproblemer.
1994/ 96	Utskifting KFK med andre rensemidler til tøyrens	7 %	90-92 %		Usikkert om det finnes arbeidsvennlige alternativer

TILTAK INNEN 1.1.95 KAN GI INNTIL CA. 90 % REDUKSJON

*) Import av ferdigprodukter og halvfabrikata regnes i Montreal-protokollen under avsenderlandets forbruk og trenger derfor strengt tatt ikke reguleres, hvis det importeres fra en "part av protokollen". For å hindre at norske bedrifter flytter produksjonen til utlandet, i den perioden Norge (og evt. Sverige) har strengere tiltak, må importen reguleres. KFK-utslippet som produksjonen av ferdigprodukter og halvfabrikata medfører i andre land er ca. 1000 tonn/år.

Restforbruket ca: 5 % må garanteres til service for kjøleanlegg i endel år framover til kjøleanleggene må skiftes ut.

I tillegg kommer mulighetene av at man ikke finner egnede rensemidler for tøyrens slik evt. totalt ca. 20% muligens må være tilgjengelig.

NB! Det er tatt utgangspunkt i det SFT tror er teknisk sannsynlig, med de kunnskaper vi har i dag.
Det er ikke vurdert hvilke ressurser MD/SFT må ha til rådighet for å utforme og gjennomføre tiltakene innen de anslåtte rammer. Hvis ressursituasjonen tvinger fram en prioritering av tiltak må reduksjonsmuligehetene vurderes på nytt.

20.03.1988 Vedlegg 3

REDUKSJON AV KFK-FORBRUKET TIL VARMEVEKSLINGSFORMÅL

Redegjørelse og begrunnelse for reduksjonsplanene.

Forbruket av fullhalogeniserte KFK-er til varmevekslingsformål utgjorde i 1986 ca 23% eller ca. 300 tonn av vårt totale bulkforbruk. Forbruket kan reduseres delvis ved forbud mot slike KFK-er i nye anlegg og delvis med krav til innsparing i eksisterende anlegg samt krav til autorisasjon av firmaer og personell. På denne måten kan 11-13% reduksjon oppnås i 1990 og ytterligere reduksjon senere. Med den foreslåtte tidsplanen antas det at de foreslåtte tiltakene er gjennomforbare uten for store praktiske problemer.

Forbruk, bruksområder og behov.

I 1986 ble det brukt ca. 300 tonn fullhalogeniserte KFK-er til varmevekslingsformål, hovedsakelig KFK-12. Dette utgjør ca. 23% av vårt totale bulkforbruk av KFK. I tillegg kommer ca. 65 tonn KFK som kjølemedium i importerte kjøleskap og frysere til husholdningsformål.

De 300 tonn KFK fordeles på ca. 30 tonn til varmepumper og resten til kjøleanlegg av varierende størrelse. Det forventes ikke noen økning i bruk av KFK til kjøleanlegg, mens bruk til varmepumper er et potensielt vekstområde dersom ikke krav settes.

KFK-12 fins i dag både i husholdningskjøling, i større kjøleanlegg og i varmepumper. Begrunnelsen for å bruke KFK-12 er at det er et effektivt varmevekslingsmedium sett fra energiøkonomisk synsvinkel samtidig som utslipp i små mengder ikke har vært forbundet med helsefare. Årsaken til at KFK-12 brukes og ikke KFK-22 er delvis at KFK-12 har vært lengst på markedet og at utstyret er spesielt tilpasset KFK-12 som man har lang erfaring med.

Behovet for bruk av kjøleskap og større kjøleanlegg i dagens samfunn er udiskutabelt siden det er produkter samfunnet vårt er helt avhengig av. Bruk av varmepumper er et vekstområde som vil bli mer og mer aktuelt fordi det gir en effektiv energiutnyttelse, som kan senke og delvis erstatte forbruket av mer luftforurensende varmekilder som fossile brensler.

Bruk av luftkondisjoneringsutstyr i biler, er internasjonalt et stort bruksområde for KFK. Klimaet i Norge har gjort at slikt utstyr i dag er lite utbredt. Imidlertid leveres enkelte bilmodeller etterhvert med slikt utsyr også i Norge

Reduksjonsmuligheter.

Teoretisk sett skal det ikke være noe utslipp av KFK fra et varmevekslingsanlegg i drift. KFK brukes til varmeveksling i et lukket system. Det er imidlertid et stort problem med lekkasjer i slike anlegg. Årsaken til lekkasjer er mange, de viktigste er dårlig drift og vedlikehold av systemene. Videre har det i liten grad blitt samlet opp brukt kjølemedium på egnede beholdere når et anlegg saneres. En medvirkende årsak har nok også vært at prisen på kuldemedium har vært så lav at det har vært rimeligere for bedriften å etterfylle kuldemedium enn å etterse og reparere anlegget.

Alternativer til de fullhalogeniserte KFK-er i kulde-og klimaanlegg er først og fremst HKFK-22 og ammoniakk, samt KFK-500 og KFK-502. Ammoniakk er i dag spesielt brukt i en del store industrielle anlegg.

For varmepumper kan også KFK-502 brukes i større anlegg, men foreløpig er det bare en leverandør av KFK-502-varmepumper internasjonalt som leverer en spesiell type varmepumper for spesielle formål. Derfor er KFK-12 med sine varmetekniske egenskaper vanskelig å erstatte i dagens varmepumper. På lengre sikt vil imidlertid HKFK-134a som er under utprøving, kunne erstatte dagens KFK-er, men det vil ta anslagsvis 5-8 år før denne forbindelsen er kommersielt tilgjengelig.

For luftkondisjonering i biler er det fullt mulig å bruke HKFK 22 som kjølemedium. Teknologien foreligger allerede på markedet i USA.

Forslag til tiltak:

For varmepumper og kombinerte kjøle- og varmepumpeanlegg vil i første omgang bare begrensede tiltak være mulig. Et slikt tiltak er skjerpede krav til bruk av fullhalogeniserte KFK-er i store varmepumper(med fyllingsgrad på 1 tonn og oppover) fra 1988, der maksimum tillatt årlig tap ikke må overstige 3-4% av pumpens fyllingsgrad. Noe større tapsmargin vil være nødvendig på mindre varmepumper i første omgang.

For kjøleanlegg (unntatt kjølsekap m.v. til husholdninger og butikker) er det aktuelt med forskrifter som omfatter:

- **Forbud mot de fullhalogeniserte KFK-er i nye kjøleanlegg med større fyllingsgrad enn 3 kg fra 1990.**

- **Pålegg om å begrense utslipp av KFK ved drift, vedlikehold og når anlegg tas ut av drift inkludert krav til oppsamling av brukt kuldemedium fra både kjøleanlegg og varmepumper på dertil egnede beholdere og levering til godkjent mottak. Videre krav om sikring mot lekkasjer ved forbedret drift, hyppigere vedlikehold m.v.**

Krav til autorisasjon av kuldeinstallasjonsfirmaer og sertifisering av personell innen 1990.

Forbud mot luftkondisjoneringsanlegg fyllt med KFK i biler fra modellåret 1990.

Forbud mot KFK i varmepumper i 1994. Strengere krav til KFK-forbruk i eksisterende varmepumper med KFK-12.

Konsekvenser av foreslåtte tiltak.

Dersom de foreslåtte tiltak gjennomføres, regner vi med å oppnå en KFK-reduksjon på anslagsvis 11-13% i 1990, fordelt på ca. 5% pga. forbud mot KFK-12 i nye kuldeanlegg og resten pga. forbud mot utslipp, krav til drift, service mv. Ytterligere ca. 5-7% reduksjon kan oppnås i 1994 pga. forbud mot KFK-12 i varmepumper, reduksjon i kuldeanlegg med KFK-12 og forbedret drift mv.

Fra kontakt med kjølebransjen har vi fått inntrykk av at det på alle nivåer er interesse for å redusere KFK-forbruket. Bransjen har ytret ønske om et regelverk som gir strengere rammer for alle utslipp av KFK og kjølemedier generelt såvel som krav til minimumsstandard for utstyr og anlegg mv. Videre ønsker bransjen autorisasjon av firmaer og sertifisering av kjølemaskinister og kjølemontører slik at det blir kontroll med hvem som kan installere kuldeanlegg og varmepumper. Bransjen mener det er absolutt nødvendig med slike regler for at kundene ikke skal velge billigere og dårligere alternativer som gir KFK-utslipp. Kuldeentreprenørenes landsforening og Kjøleteknisk forening har da også oversendt SFT et forslag til regler for bruk av KFK i kuldeanlegg og varmepumper.

Regulering av KFK-forbruket i kjølebransjen med nye krav til anlegg, jevnlig kontroll og service og kjølemedier vil øke prisen på anleggene noe. HKFK-22 er også dyrere enn KFK-12, i tillegg vil nye krav til anleggene nok føre til at de kanskje spesielt i overgangsfasen kan bli noe dyrere i innkjøp. Oppsamling av KFK vil også koste en del, men dersom gjenvinning av brukt KFK blir mulig vil kostnadene ved gjenvinning delvis kunne dekkes ved salg av gjenvunnet KFK. Prisøkningen ved nye krav vil imidlertid ikke bli dramatiske. Som eksempel kan nevnes at installasjon av et kjølesystem bestående av 9 kjølerom og 2 fryserom på tilsammen 40 kW i et nybygg ved bruk av HKFK-22 istedenfor KFK-12 vil bli ca. 70.000 kr dyrere.

Bruk av HKFK-22 istedenfor KFK-12 i et stort kjøleanlegg kan pga. prisforskjelling på kjølemediet fordyre et nytt anlegg noe, men kjølemedium utgjørvanligvis 1-10% og vil derfor ofte ikke gjøre store utslag på et anleggs totalkostnad.

Det har vært hevdet at HKFK-22 kuldeanlegg krever mer energi for driften, men forskere på kjøling på NTH mener dette ikke er tilfelle når et større kuldeanlegg er konstruert for bruk av HKFK-22. Derfor skulle det ikke på sikt være energimessige ulemper ved krav om overgang til HKFK-22.

Regulering av KFK til kuldeformål vil ikke føre til tap av arbeidsplasser. Kjøling og frysing av bl.a. matvarer er svært etablert i næringsmiddelindustrien og det er ikke aktuelt å gå over til andre konserveringsformer som salting, hermetisering osv. av matvarer. Tvert i mot vil det kunne bli litt mer arbeid i bransjen fordi det blir mer krav om service og oppsamling av KFK ved reparasjoner og demontering slik at KFK ikke bare kan slippes direkte ut i lufta.

VEDLEGG 4

REDUKSJONSMULIGHETER VED PRODUKSJON AV MYKT OG STIVT SKUM

Over halvparten av det totale KFK-forbruket i Norge brukes til produksjon av mykt skum til møbler og stivt skum til isolasjon. På kort sikt er det mulig å halvere forbruket til stivt PUR-skum, og erstatte XPS med andre produkter, med den følge at isolasjonsevnen blir noe dårligere. Videre kan forbruket til mykt skum reduseres ved bruk av nye polyoler. Alternative kjemikalier vil trolig gjøre et totalforbud mulig innen 1995. Totalomkostningene knyttet til et slikt forbud er vanskelig å anslå.

---

1. FORBRUK AV KFK OG BRUKSOMRÅDER FOR DE FERDIGE PRODUKTENE.

1.1 Forbruk.

Skumplastindustrien bruker 55 % av det totale KFK-forbruket i Norge. Regnet av totalforbruket brukes 16 % til mykt skum, hvorav 11 % går til blokkstøping og 5 % til formstøping, og 39 % til stivt skum, som fordeler seg med 7 % til XPS og 32 % til PUR. Det forventes anslagsvis en fordobling av forbruket av KFK til produksjon av skumplast innen 1996 hvis ikke reguleringer settes inn.

1.2 Produksjonsmåte og bruksområder.

Fra råstoffsiden kan de KFK-produserte skumplastproduktene grovt deles inn i polyuretan-baserte (PUR) og polystyren-baserte (XPS) kvaliteter.

Stivt PUR-skum produseres ved å blande en polyol med isocyanat, vann og KFK. CO_2 dannes i reaksjon mellom vann og isocyanat og fungerer som skummingsmiddel sammen med KFK. CO_2 og KFK blir igjen inne i de lukkede cellene i skummet og bidrar til økt isolasjonsevne.

Teoretisk kan stivt PUR-skum produseres helt uten KFK, men isolasjonevnen avtar når KFK-mengden reduseres. Stivt PUR-skum brukes til isolasjon, som omfatter både isolasjon av kjøleskap, frysere og større mobile eller stasjoneære kjøleanlegg, fjernvarmerør og bygg. Videre brukes skummet som konstruksjonsmateriale i f.eks. bil-og sykkeldeler, båter, campingvogner, seilbrett, sko m.m. I Norge er produksjonen av paneler til kjøling og isolasjon i sandwich bygningselementer de største bruksområdene. De utgjør henholdsvis 6 og 19 % av totalforbruket av KFK.

Mykt PUR-skum produseres i prinsippet på samme måte som stivt, men her har KFK en annen funksjon enn å øke isolasjonsevnen. KFK er nødvendig for å kunne produsere de aller letteste kvalitetene, men disse mener bransjen selv man kan klare seg uten. Videre bidrar KFK til å gjøre de noe tyngre kvalitetene mykere, og dermed egnet til møbler,

madrasser og bilseter. Dette ser foreløpig ut som et vanskeligere område m.h.p. å erstatte KFK på kort sikt. Mykt PUR-skum brukes i tillegg til bruksformålene nevnt ovenfor til leker, emballasje, teppeunderlag og ulike former for polstring.

XPS er forkortelse for ekstrudert polystyren som er en annen type stiv skumplast. Produktet produseres ved blanding av polystyren og KFK under høy varme og høyt trykk. KFK blir også her igjen inne i de lukkede cellene og er spesielt viktig i denne prosessen for å få frem egenskaper som god trykkfasthet og isolasjonsevne. XPS brukes til grunnisolering av veier, jernbaner og bygg. I underkant av halvparten av det norske forbruket av XPS produseres i Norge, mens resten importeres fra Sverige og Tyskland. Videre importerer Norge endel emballasje som er produsert med KFK men vi har ingen egenproduksjon av dette.

2. REDUKSJONSMULIGHETER.

2.1. Gjennvinning

2.1.1 Mykt skum

Størstedelen av KFK-forbruket til mykt skum slippes ut i forbindelse med produksjonen og i de første lagringsukene. Gjennvinning av KFK i forbindelse med produksjonen kan derfor synes som et godt alternativ. I Norge er imidlertid de enkelte produksjonsenhetene så små at kostnadene til gjennvinningsutstyr blir uforholdsmessig høye (50-110 Skr/kg gjenvunnet KFK). Gjennvinning anses derfor ikke som et realistisk alternativ for norsk industri.

2.1.2 Stivt skum

Ved produksjon av stivt skum, både PUR og XPS vil 5-15 % av KFK-forbruket slippes ut direkte, mens resten blir igjen inne i cellene og slippes gradvis ut over flere år. Gjenvinning ved produksjon vil derfor ikke være et realistisk alternativ for stivt skum. En mulighet som vurderes i Sverige er gjenvinning av KFK i forbindelse med avfallsbehandlingen. Dette kan gjøres ved pressing og oppsamling av KFK, men det er foreløpig ingen tilgjengelig teknologi til en rimelig pris.

2.2. Substitusjon med andre kjemikalier.

Flere kjemikalieprodusenter sier de kan tilby nye KFK-typer med lavere ozon-nedbryningspotensiale om 5-8 år. HKFK 123 og HKFK 141 b er blant de mest aktuelle. HKFK 141 b er imidlertid brannfarlig i luft i et visst konsentrasjonsintervall, og det er foreløpig ikke klarlagt om dette alternativet vil få noen praktisk betydning. HKFK 123 ser ut til å bli noe dyrere enn HKFK 141 b, og endel problemer knyttet til selve produksjonen er fremdeles ikke klarlagt. Også andre alternativer som bl.a. HKFK 124 og 134a lanseres som mulige alternativer. Langtids toksisitetstester gjenstår for alle de nevnte HKFK-ene.

2.2.1 Mykt skum
Hvorvidt noen av de nye HKFK-typene kan erstatte KFK 11 i mykskumproduksjon er ifølge bransjen for tidlig å si. Nye polyol-typer som gir samme kvalitet ved lavere KFK-forbruk vil snart være på markedet, og mykskum-produsentene har forhåpninger til en gradvis utviklig mot lavere KFK-forbruk. Overgang til produksjon med bare vann (CO_2) er en mulighet, men vil altså gå på bekostning av skummets mykhet med de polyoltyper som foreligger i dag. Volvo i Sverige har likevel bestemt å gå over til vann (CO_2) i sin produksjon av bilseter. I andre land bl.a. USA brukes for en stor del diklormetan, men det er ikke ønskelig å gå over til dette stoffet av hensyn til arbeidsmiljøet på produksjonsstedet.

2.2.2 XPS Erstatning av KFK 11/12 med nye HKFK-typer med lavt ozonnedbryningspotensiale som HKFK 134a, HKFK 124 og HKFK 22 kan bli mulig. Av disse gir HKFK 134a best isolasjonevne. HKFK 22 er kommersielt tilgjengelig i dag, mens HKFK 134a og 124 kan ventes tilgjengelige om 5-8 år. Det er behov for mer kunnskap om både produksjonsprosessene og egenskapene til de ferdige produktene. Den norske produsenten av XPS regner med å kunne tilby et nytt XPS-produkt produsert med en HKFK blanding relativt snart, til en merkostnad for brukerne på 20-30 %.

2.2.3 PUR
PUR-produsentene regner med at overgang til nye blåsemidler og/eller polyoltyper vil kunne skje i tidsrommet 1993-1998. For stivt PUR-skum er det særlig HKFK 123 og HKFK 141b som er lovende som alternative blåsemidler, men også her gjenstår endel arbeid med produktutvikling. HKFK 22 blir av enkelte også ansett som et realistisk alternativ. En norsk PUR-skum produsent mener at 50% av KFK-tilsetningen som brukes i PUR-skum produksjon i dag kan erstattes med vann og økt mengde isocyanat. Skummet vil bli noe dyrere, ca. 20-25 %, men isolasjonsverdien vil bare reduseres med 5-10 %. Råvareimportørene har imidlertid gjort oppmerksom på at isocyanat er mangelvare på verdensmarkedet, men at dette antagelig vil bedre seg i 1990.

2.3. Avfallsforbrenning.

2.3.1 XPS
Ca 40 % av det totale KFK-forbruket som går til produksjon av XPS kan teoretisk destrueres ved innsamling og forbrenning av brukte materialer forutsatt at 80 % av avfallet blir innsamlet. Det må likevel antas at innsamlingen kan bli mindre effektiv p.g.a. produktenes lange levetid. Et annet problem er faren for utslipp av dioksiner fra forbrenningsanleggene. Det må dessuten regnes store omkostninger dersom avfallssortering og forbrenningsanlegg etableres primært for å destruere KFK. Videre utprøving av dette alternativet skjer i Sverige.

2.3.2 PUR

Det finnes i dag ikke noe etablert system for innsamling av brukte kjølemøbler, og kostnadene forbundet med slik etablering er store (ca.150 kr/kjølemøbel). Et annet moment i saken er at i løpet av de neste 6 år vil trolig hverken kjølemedium eller isolasjon inneholde fullhalogenisert KFK i nye produkter, og det er derfor et økonomisk spørsmål om et slikt system bør etableres kun for destruksjon av KFK. KFK-holdig PUR-skum i sandwichkonstruksjoner av stål, betong, gips o.l. vil det ikke være realistisk å destruere ved avfallsforbrenning.

2.4 Substitusjon med andre produkter

Mykt skum til møbler, madrasser o.l. kan erstattes med metallfjærer, hestehår og stivere skumkvaliteter.

Det finnes i dag alternative materialer/metoder som kan brukes til isolasjon av vei og bygg. En overgang til disse vil kunne oppnås med en merpris på 50 Skr/kg KFK. Når det gjelder tele-isolering av jernbaner er det trolig ikke noe godt alternativ på markedet pr. idag , men et nytt XPS-produkt forventes å foreligge relativt snart. Vegdirektoratet har besluttet å utfase bruken av XPS innen 1991, og NSB er blitt oppfordret til å gjøre det samme. XPS som brukes til grunnisolering av bygg, parkeringshus o.l. kan byttes ut med andre materialer, f.eks. ekspandert polystyren (EPS) som er en pentanblåst polystyren-type med litt dårligere isolasjonsevne. Det nye XPS-produktet vil trolig teknisk sett være det beste alternativet, men det blir noe dyrere anslagsvis 10-20 %.

På emballasjesiden er papp et godt og antagelig billigere alternativ enn XPS til mange bruksformål.

COWI-raporten nevner en rekke materialer som kan erstatte stivt PUR, men de er alle tilsvarende vannblåst PUR, 50 % dårligere isolatorer enn stivt-PUR skum blåst med KFK. Vakuumteknikk kan gi like god eller til og med bedre isolasjonsevne ved samme tykkelse, men denne teknikken er svært kostnadskrevende og ennå ikke ferdigutviklet.

3. FORSLAG TIL TILTAK.

3.1. Mykt skum.

Mykskumprodusentene har gjort en innbyrdes avtale om å slutte å produsere madrasser i de letteste kvalitetene. Dette tiltaket, som trådte i kraft 1.1.1988, innebærer en nedgang i det totale KFK-forbruket på ca. 3 %. Forutsatt at kostnadene ikke blir svært store vil det være naturlig å forby bruk av KFK til produksjon av alt mykt skum fra 1994. Forbudet bør gjennomføres i hele Norden for å unngå konkurransevridninger. Et slikt forbud vil gi en reduksjon på ytterligere 13 % av totalforbruket fra 1994.

3.2. XPS

Produksjon av XPS foregår bare ved en enkelt bedrift i Norge. Bedriften har produsert uten tillatelse fra SFT og er pålagt å stoppe produksjonen. I påvente av nasjonale tiltaksforslag er pålegget foreløpig lagt på is. Et forbud mot produksjon av XPS ved bruk av KFK 11/12 vil trolig kunne settes i verk i 1989, og kunne gi en reduksjon av KFK-forbruket på 7%. Bedriften vil kunne gå over til å produsere det nyutviklede XPS-produktet, og unngå tap av arbeidsplasser.

3.3. PUR

Ingen av reduksjonsmulighetene beskrevet ovenfor peker seg naturlig ut som mindre kostnadskrevende. Det tiltaket som gir mest effektiv utslippsreduksjon er substitusjon med nye blåsemidler/polyoler. De nye HKFK-ene er trolig tilgjengelige om 5-8 år, og et eventuelt forbud mot bruk av KFK 11 kan ikke tre i kraft før tidligst i 1994. Tiltaket vil gi en reduksjon på 31 % av totalforbruket. Det er imidlertid viktig å klarlegge hvilke produkter som finnes på markedet i dag, hvilke bruksområder de egner seg for og eventuelle kostnader ved substitusjon. COWI-rapporten er litt mangelfull på dette området.

4. KONSEKVENSER AV TILTAKENE.

Ingen av tiltakene på skumplastsiden vil medføre spesielle problemer m.h.t. arbeidsmiljø dersom ikke mykskumprodusentene går over til å produsere med diklormetan. (Administrativ norm for diklormetan er 70 ppm.)

4.1. Mykt skum

Bransjen selv ser store muligheter for å kunne redusere sitt forbruk gradvis, men vet på det nåværende tidspunkt ikke når de vil være helt uavhengige av KFK 11. De understreker at kostnadene ved et forbud vil bli gradvis mindre etterhvert. For å unngå at bedriftene etablerer seg i utlandet er det også nødvendig å regulere importen. Et forbud mot bruk av KFK til produksjon av myk skumplast innebærer en utslippsreduksjon på 16 % (210 tonn i 1986) av totalforbruket.

4.2 XPS

Et kombinert import og produksjonsforbud av XPS produsert med fullhalogenert KFK vil ikke by på spesielle problemer for produsenten. Det er noe mer usikkert hvordan det vil slå ut for importørene da vi ikke har kjennskap til hvor langt produktutviklingen er kommet i produsentlandene Sverige og Tyskland. Det må imidlertid avklares om NSB i likhet med Vegdirektoratet kan gå over til andre isolasjonsmaterialer. Dersom det blir nødvendig må det gis midlertidig

dispensasjon for produksjon av de nødvendige volumer til vei og jernbane. Kostnadene ved overgang til den nye XPS-varianten anslås til 6-8 millioner. Et forbud mot bruk av KFK til produksjon av XPS innebærer en utslippsreduksjon på 7 % (90 tonn i 1986) av totalforbruket.

4.3 PUR

Dersom nye kjemikalier er tilgjengelige, og produktene får tilfredsstillende kvalitet vil et kombinert produksjons- og importforbud ikke medføre store økonomiske konsekvenser. Det er imidlertid umulig på det nåværende tidspunkt å si når dette vil skje. Et forbud mot bruk av KFK til produksjon av stivt PUR-skum innebærer en utslippsreduksjon på 32 % (417 tonn i 1986) av totalforbruket.

Vedlegg 5

KONSEKVENSER AV TILTAKENE

Det forventes ikke tap av arbeidsplasser som følge av de foreslåtte tiltakene og fremdriftsplanen.

Det forventes en ubetydelig økning av energiforbruket av de foreslåtte tiltakene, som følge av dårligere isolasjonsevne for spesielle bruksformål hvor tap av isolasjonsevne pr. cm. tykkelse ikke kan kompenseres med økt tykkelse.

Halvering av forbruket av KFK innen skumplastproduksjonen kan føre til økning av bruken av isocyanat som arbeidsmiljømessig er betenkelig. Videre kan et forbud innen elektronikkindustrien føre til allergifremkallende stoffer tas i bruk i stedet for KFK 113 og metanol. Dette er forhold som antakelig kan løses ved spesielle tiltak, og må vurderes ved utforming av det konkrete regelverk av de berørte myndigheter.

Merkostnadene for samfunnet anslås å være i størrelse maksimalt 62 - 180, mill. kr. pr. år. og avtagende etterhvert som rimeligere alternativer lanseres på markedet. Enkelte kostnader vil være engangsinvesteringer andre vil være løpende kostnader. Det
./. vises til kostnadsvurderingen i vedlegg 10.

På grunn av manglende opplysninger om de svenske forslagene til tiltak, har det ikke vært mulig å koordinere tiltakene. Det er imidlertid forutsatt i den nordiske reduksjonsplan for KFK at slik koordinering skal skje, og arbeidet med dette vil bli startet så snart som mulig.

2.3 Sverige

"KYLNORM"

(KEF) - Kylentreprenörers förening
(KGF) - Svenska kylgrossisters förening
(KF) - Svenska kyltekniska föreningen
(SNV) - Statens naturvårdsverk

- Fabrikanter, konsulter
- Arbetarskyddsstyrelsen
- Statens anläggningsprovning

Revidering } Kylbranschens samarbetsstiftelse
Utbildning } (= KEF + KGF + KF)
Behörighet } SNV godkännande myndighet

1. MILJÖPROPOSITION 87/88
Antas sannolikt 880606

Mål:
Kyl- o. värmepumpanläggningar - CFC åtgång
1990 - 25% jämfört med 1986
1993 - 50% -"-
1995 -100% för nyinst.
bef. anläggningar undantagna

2. STATENS NATURVÅRDSVERK - "KÖLDMEDIE-KUNGÖRELSE"
Gäller sannolikt f o m 890101
Syfte:
- Skydd mot CFC-utsläpp med hänsyn till klimat och ozon

Föreskrifter:
- Branschstandard enligt "Kylnorm"
- Utförande vid nyinstallation
- Åtgärder för befintliga anläggningar
- Underhåll, journaler
- Omhändertagande av CFC
- Behörighet att installera och underhålla

3. KYLBRANSCHENS STANDARD - "KYLNORM"
Utges sannolikt hösten 1988
Syfte:
- Branschregler för uppnående av mål enligt 1. och föreskrifter enligt 2.
- Fortlöpande anpassning till myndigheters föreskrifter och teknisk utveckling
- Regler för person- och egendomssäkerhet

Ordföranden, *Bengt Lundqvist*, sammanfattade inläggen.

Situationen i *Danmark* är något "flytande". 5000–6000 ton per år, varav 1/5 som köldmedier. Inom industrirådet har man Freongruppen. Man måste ta hänsyn till EG. En reduktionsplan finns att reducera användningen av köldmedier till 12% 1999 vad gäller kyl– och värmepumpbranschen. Inom installationsledet finns förslag om 10–20% till 1989–90.

I *Finland* finns inte så många föreningar. 700 ton CFC används inom kylområdet. Man följer Montreal–protokollet och till 1993 skall man ha 50% reducering. Man har information och vägledning för handhavande av anläggningar. Auktorisation övervägs och är under utarbetande.

Island håller på att bilda förening.

För *Norge* har området stor strategisk betydelse (30 000 arbetsplatser). CFC–föreskrifter är under utarbetande med Miljödepartementet som ansvarig myndighet. Det finns en plan för norsk CFC–reduktion, som är ute på remiss. Man har gjort en kartläggning av behoven och försöker finna alternativ. 1991 reduktion till 50%, 1995 till 90%.

Det finns också en åtgärdsplan för nordisk reduktion (halonerna ingår ej). Efter 1991 ingen import från länder som inte ratificerat Montreal–protokollet. Riktlinjer för service, installation och underhåll under 1988. Förbud 1991 att använda anläggningar med mer än 3 kg CFC–medium för alla anläggningar utom för värmepumpar. Till 1991 någon form av auktorisation såväl för nya som för gamla anläggningar (service och underhåll). I Produktkontrollrådet ingår tre föreningar och man är intresserad av samordning på nordiskt plan.

I *Sverige* finns en miljöproposition som innebär reduktion med 25% till 1990 och från 1995 ingen CFC i nya installationer. Betr. befintliga anläggningar finns inga beslut.

Köldmedieföreskrifter från SNV är ute på remiss och tas troligen i bruk i januari 1989. Kylbranschens nya kylnormer beräknas komma ut till hösten. Kylbranschens samarbetsstifelse arbetar med revidering av kylnormen; utbildning och behörighet.

2.5 Diskussion

Anders Lindborg till P–E Frivik: Konsumtionen (OVP) är omräknad med en faktor (som kan ändras). Hur stor är konsumtionen utan denna faktor? Uppgifter om köldmedier 112–115 innebär att inte alla är med.

Per–Erling Frivik: Svaren på en del av detta återfinns i det bifogade materialet från seminariet.

Björn Dahlroth: 20% av CFC kan hänföras till kyla. Vad gör man i övriga länder inom de andra områdena? Det räcker inte med att man tar bort all kyla.

Thore Berntsson: Vi vet inte vad som händer inom IEA då det gäller annat än kyla och värmepumpar.

Bengt Lundqvist: I Japan avvaktar man och ser vad som händer. Man är bl a skeptisk till R134a och NH_3. Österrike har gjort en inventering av 900 möjliga alternativ. Tre fann man gångbara. En rapport kommer inom IEA med Thore Berntsson som operating agent. Schweiz och Tyskland avvaktar och i USA forskar man på R134a.

Björn Dahlroth: Hur tänker man agera när det gäller mobila anläggningar? Frystransporter osv.

Per–Erling Frivik: I åtgärdsplanen från Norge finns andra punkter som inte refererats här.

Lars–Olof Glas: Vad man gör internationellt åt CFC, inte minst inom transportsektorn, är beroende av att politikerna först tar upp de enkla frågorna, medan de mer "knepiga" lämnas till ett senare tillfälle.

Eli Vike: Jag vill precisera att åtgärdsplanen är ett förslag och att ingenting är påbörjat ännu. Under sommaren väntas det bli konkreta regler. Man har tänkt på transportproblemen. Det är ingen idé att Sverige och Norge slutar tillverka och i stället importerar. Man kan tänka sig ett projekt i nordisk regi för att se på export och import.

Björn Dahlroth till *L–O Glas*: Siffrorna i miljöpropositionen, berör de bara kyla och värme?

Lars–Olof Glas: Enligt min uppfattning gäller det hela branschen.

Björn Dahlroth: Ser man på problemet internationellt, så är man t ex i Japan beredd att betala mera för kyla än för värme. Detta är så stort att det går inte att ge sig på. Man måste komma fram med köldmedier som kan ersätta det man idag använder.

Thore Berntsson: Det vi har hört är ett axplock av vad som händer internationellt. Situationen är inte så ensidig. Vi kommer att ha inlägg i Romseminariet från de flesta länderna som deltar. Det förekommer mycket forskning och inläggen kommer att visa att det finns många alternativ som befinner sig på forskningsstadiet. Japan har anslagit stora medel för CFC–forskning. USA, DuPont, har tänkt sluta med användning av R12. Det finns en tävlan bland tillverkare att komma ut med alternativ. Vi bör då se till att det kommer fram vad vi vill ha och inte att det enbart passar bilindustrin. Holland vill blanda in dimetyleter i R12 bl a för air–conditioning i bilar.

Lars–Olof Glas: Om kemiföretagen känner sig uppmuntrade att plocka fram nya köldmedier så är det ju bra. Men det kan bli bekymmersamt för tillverkare av kylanläggningar och vp–anläggningar. Även om ett ämne inte är korrosivt så kan det ändå bli besvärligt tillsammans med materiel och smörjoljor. Hur mycket kommer att lastas över på tillverkarna, på användare. Detta kan bli en dyrbar operation.

Anders Lindborg till *Thore Berntsson*: Indirekta system, hade de sämre verkningsgrad?

Thore Berntsson: Hans Haukås kommer att prata om detta.

Anders Lindborg: Jag har fått lära mig att indirekta system är sämre av termodynamiska skäl. Jag har arbetat mycket med indirekta system och kommit fram till nåi got helt annat. Arbetar med medellast över året. Hög grad av tillgänglighet. Man måste slå hål på myten som är en teoretisk betraktelse. Ur dimensioneringssynpunkt svårt att marknadsföra. Utgångspunkt är en varaktighetskurva över året. Jag har många mätningar som faller till de indirekta systemens fördel. Gäller medelstora och stora system.

Hans Haukås: Teorierna är klara. De går till fördel för de direkta. Om man har annan praktisk erfarenhet borde man ta reda på varför inte praktiken och teorierna stämmer.

Gustav Lorentzen: Allting beror väl på hur det blir gjort. Gör man det rätt så är det klart att man kan få bättre förhållanden med direkta system.

Lars–Olof Glas: Har varit med om att bygga anläggningar av båda slagen. Den ena behöver inte förskjuta den andra alls, utan det gäller att se var den ena och den andra har sin fördel.

Björn Dahlroth: Termodynamiken är en liten del. Ekonomin är den stora delen.

Per Danig: Kommentar som stöttar Anders Lindborg. Indirekta system är minst lika bra som ett direkt system om man har andra on/off strategier.

Gustav Lorentzen: Det är trivialt, för man kan göra en bra anläggning bara man gör rätt. Man har kommit till ett bra avtal genom Montreal. Varför skall vi i Norden gå snabbare fram än andra. I Norge t ex så är utsläppen från kylanläggningar ca 1 $^{o}/_{oo}$ av utsläppet i Amerika. Visst skall vi reducera men det är inte av stor betydelse att gå fort fram. 30% från USA och hälften av detta från bilar, så genom att förändra bilanläggningarna så kan man uppfylla Montreal 1998. Lite under 1/5 av CFC–utsläppen pro capita i Norden. För oss krävs det en ny teknologi som inte är tillgänglig på internationell marknad på många år. Man klarar Montreal–protokollen med andra åtgärder. Det borde räcka att följa Montreal och inte satsa på att vara snabbare.

Lars–Olof Glas: Det som är kärnpunkten, är att miljöpartierna går framåt i olika länder. Då vill vissa gå drastiskt fram och det har inte mycket med tekniken att göra.

Björn Dahlroth: Vill säga samma som Lars–Olof. Man utnyttjar miljön som politiskt verktyg.

Per–Erling Frivik: Eftersom det är som det är, så måste vi alla fall göra det bästa av situationen. Kanske är vi i en bra sits 1995 om vi nu ligger före alla andra.

Gustav Lorentzen: Funktionen och demokratin. Vi skall ge våra bidrag utifrån de kunskaper vi har. Det finns ett 100–tal saker som är viktigare att rätta till än CFC. Därför inte sunt att kasta bort pengar på det som bara är kosmetika.

3 FÖRBEREDDA PRESENTATIONER ANGÅENDE MÖJLIGA KORT- OCH LÅNGSIKTIGA ÅTGÄRDER

3.1 Reduktion av utsläpp av CFC genom tekniska åtgärder och vid övergång till andra medier

Hans T Haukås

---

1. REDUSERE BEHOVET FOR IKKE-PLANLAGTE INNGREP
   a. "Do it right first time".

2. REDUSERE LEKKASJER UNDER DRIFT
   Bedre tekniske løsninger, bruk av utstyr med høyere kvalitet. Bedre rutiner for lekkasjesøking.

3. REDUSERE FAREN FOR HAVARIER
   Høyere standard i alle ledd
   - komponenter
   - tekniske løsninger
   - utførelse

4. REDUSERE SVINN VED NØDVENDIGE INNGREP I ANLEGGET
   - serviceventiler
   - tømmebeholdere
   - tømmeaggregat
   - ventiler for evakuering

HVOR KAN R12 VANSKELIG ERSTATTES IDAG?

Småanlegg med hermetiske kompressorer. (Q_o<1000 W)

HVA NÅR ALL BRUK AV KFK BORTFALLER:

R134a ? → Småanlegg med herm. kompr.

R22 ? → Butikkjøling, kjøle/fryserom etc. Varmepumper.

NH_3 ? → Varmepumper.
Indirekte system for ulike kjøle/fryseforemål.

HVOR KAN R12 ERSTATTES STRAKS?

Butikkjøling (-35/40°C):
Til R22 (R502)

Små kjøle/fryserom:
Til R22 (kjøl); R22/R502 (frys)

Luftkondisjonering:
Til R22. Ammoniakk i store anlegg (Fjernkjøling)

Transportkjøling:
Til R502 (teknisk mul.) NB! Serviceapparatet!

Varmepumper:
Høytemp.: Til R500
Mediumtemp.: Til NH_3, R22

VIKTIGE PRAKTISKE GRENSER.

Kondensatortrykk:	25 bar
Trykkrørstemperatur:	120°C
	(Høyere for NH_3)

ALTERNATIVER TILL R12:

Ammoniakk
R22
R502
R500
Hydrokarboner
R22 i zeotrop blanding (For eks. R22/R142b)

HVA BEGRENSER BRUKEN AV ALTERNAT. MEDIER?

- Høyt kondensatortrykk
- Høyt trykkforhold
- Stor energiomsetning
- Trykkrørstemperaturen
- Brannfare og/eller giftighet
- Motorkjøling utilstrekkelig

HVORDAN ER KULDEMEDIEBRUKEN FORDELT?

Eksempel:
R12, USA (Ekskl. luftkond. i biler)

Lekkasjesøkning, tørring:	<10%
Fylling av nye anlegg:	30%
Etterfylling ved service etc:	>60%

Gjennomsnittlig årlig svinn: ~10% av fyllingen

HVORFOR BENYTTES R12?

- Tilgang till utstyr
- Driftssikkerhet
- Etablert medium
- Pris

HVOR BENYTTES R12?

- Kjøleskap og hjemmefrysere
- Luftkondisjonering i biler
- Luftkondisjonering i bygninger
- Butikkjøling
- Transportkjøling
- Mindre kjøle og fryserom
- Varmepumper

FREMTIDIGE GRENSEBETINGELSER

TEORI: 100% FORBUD MOT KFK.

PRAKSIS: 0% SVINN UMULIG.

PROBLEM: HVA SKA VI DA GJØRE?

NH_3 ?
R22 (Fremtidig reg.?)
R134a ?
Hydrokarboner ?

I. FORBRUK AV KULDEMEDIUM

TEORI: Kuldeanlegg og varmepumper er hermetisk lukkede systemer.
Fyllningen kan gjennvinnes ved kondemnering av anlegg.

PRAKSIS: Stort forbruk av kuldemedium.

PROBLEM: Lokalisere og hindre lekkasjer.
Samle opp medium ved inngrep i anlegget og ved skroting.

II. BRUK AV ALTERNATIVE EKSISTERENDE MEDIER

TEORI: Kuldemediene er meget temperaturstabile.
Kuldemaskinoljer er meget temperaturstabile. (især helsyntetiske oljer)

PRAKSIS: Høy trykkrørstemperatur og nedbrytning av olje og kuldemedium det største enkeltproblemet i forbindelse med overgang fra R12 till R22.

PROBLEM: Termisk stabilitet avtar sterkt med økende grad av forurensninger i anlegge, særlig luft og vann.
Hvordan oppnå rene anlegg?

TEORI: Ingen problemer med høye trykk i tekniske installasjoner, inkl. kuldeanlegg og varmepumper.

PRAKSIS: Tradisjonelt kuldeteknisk utstyr er trykkbegrenset til ca 25 bar.

KONSEKVENS:
Bruk av alternative medier i varmepumper begrenses.

PROBLEM 1:
Hvordan skaffe fram komponenter som tåler for eks. 40 bar?

Alternativt og helst:

PROBLEM 2:
Hvordan gjøre de høye temperaturene unødvendige?

1. Gjennomfør detaljert systemanalyse - anleggets oppbygging, komponenters funksjon ved fullast og dellast, normal drift og avrimning mv. Spesifiser montasjeanvisninger osv.

2. Bruk anerkjent materiale mht. dimensjoneringskriterier, tekniske detaljløsninger mv. For eks. ASHRAE HANDBOOK.

3. Søk heller råd enn å prøve (og feile?) når en er i tvil.

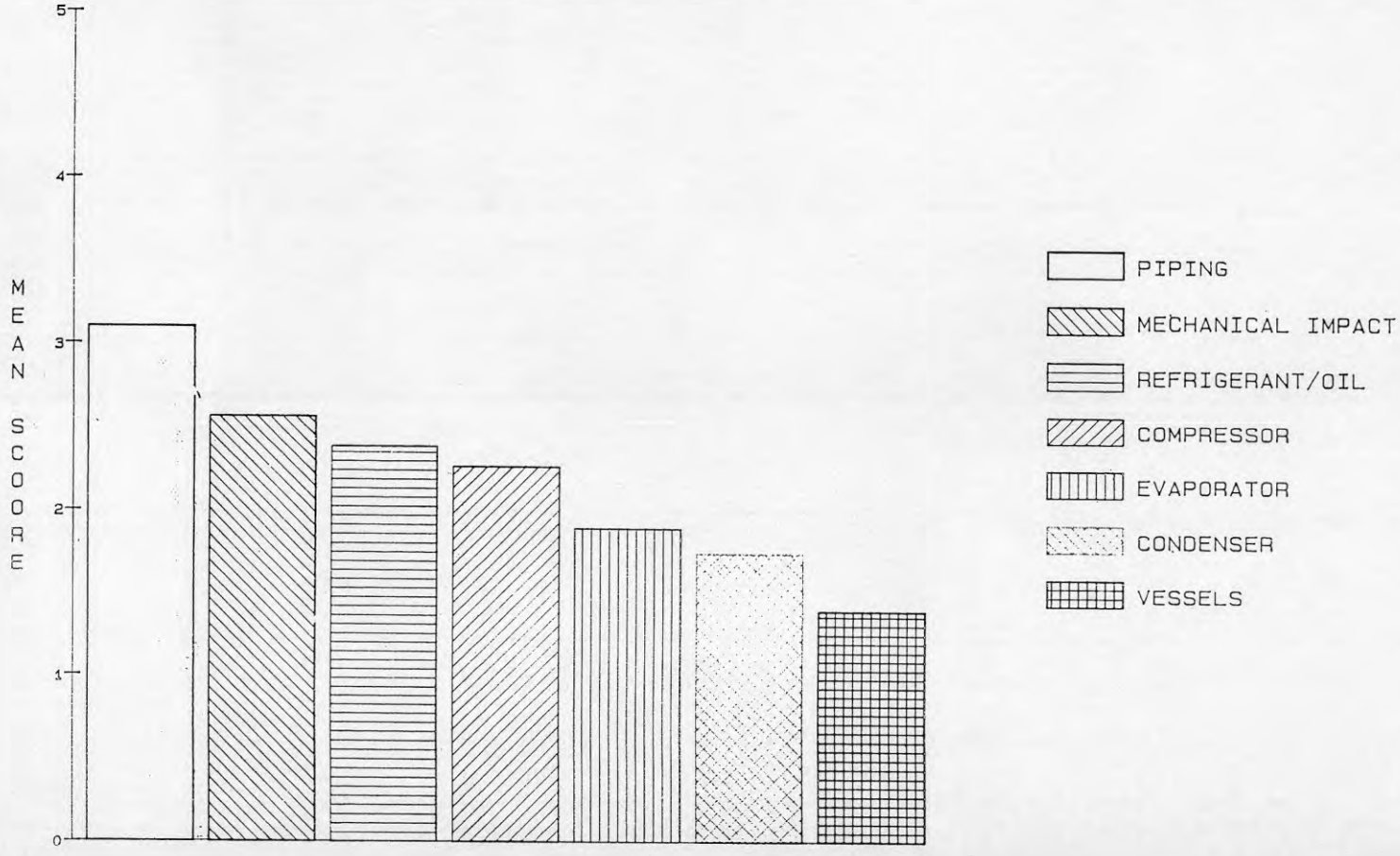
4. Følg en "code of good practice". For eks EF-koden.

5. Legg stor vekt på intern opplæring.

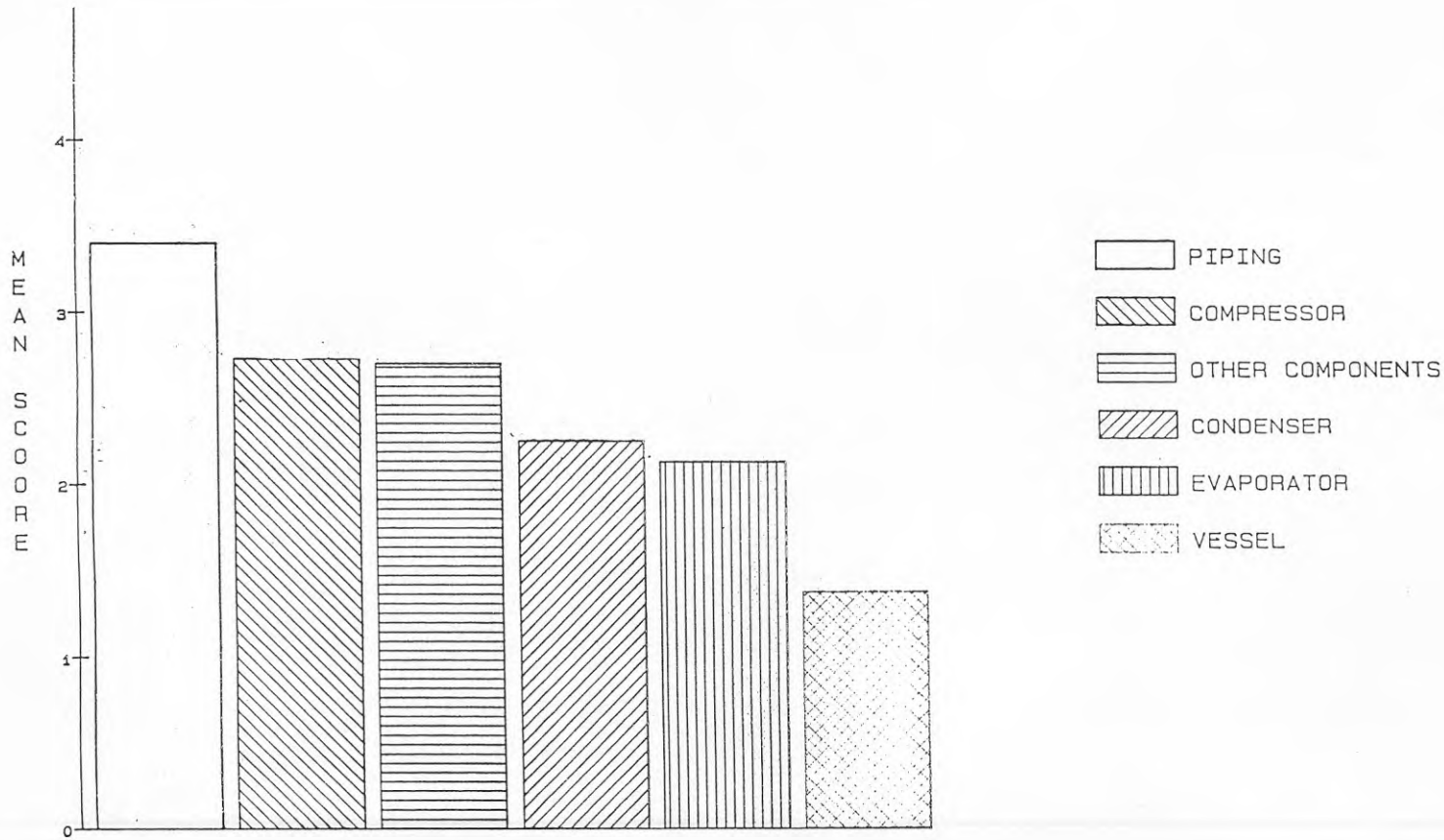
6. Tenk kvalitet.

- hvor skal jeg gjøre av fyllingen i tilfelle inngrep blir nødvendig, hvor som helst i anlegget?
- hvordan skal jeg få fyllingen over dit?
- hvordan skal jeg få stengt av fyllingen der?
- hvordan skal jeg få ut luften etter at utbedring er foretatt?

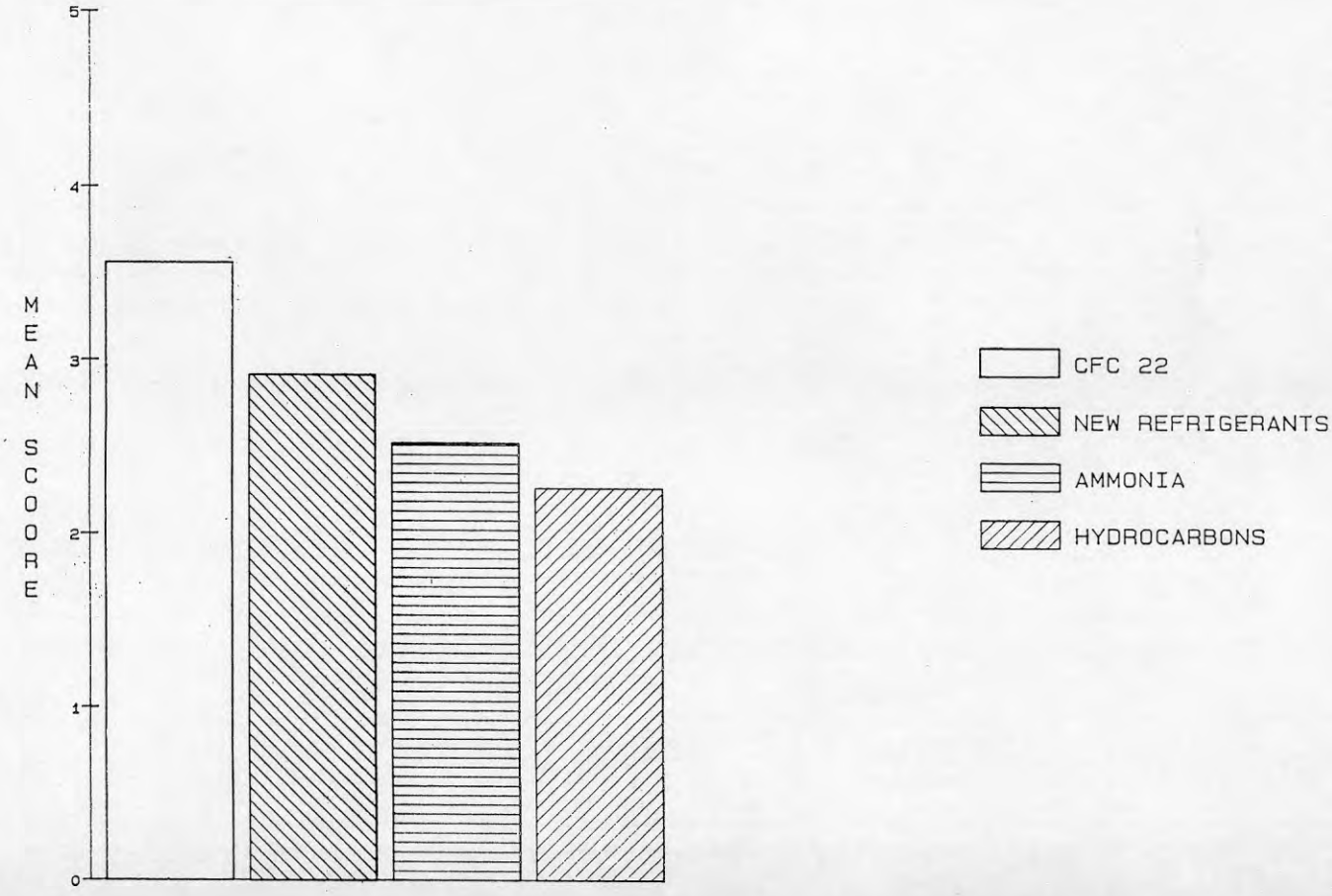
Refrigerant leakage. BREAKDOWN



Refrigerant leakage. NORMAL OPERATION



POSSIBILITIES TO CHANGE REFRIGERANT IN NEW PLANTS



Tabell II. Butikkjøling. Beregnede nøkkeldata for ulike kuldemedier. Temperaturgrenser -35/40°C.

	R12		R22		R500		R502	
	Luft-kjølt	S.g.-kjølt	Luft-kjølt	S.g.-kjølt	Luft-kjølt	S.g.-kjølt	Luft-kjølt	S.g.-kjølt
Kond.trykk, bar	9.60		15.3		11.4		16.8	
Ford.trykk, bar	0.81		1.32		0.95		1.61	
Trykkforhold, -	11.9		11.7		12.0		10.4	
Trykkrørstemp., °C	108	141	145	192	111	144	96	122
Slagvol., $m^3/h/kW$	13.7	15.3	8.0	9.3	11.7	13.1	7.5	8.3
Effektbehov, kW/kW	0.74	0.82	0.74	0.86	0.74	0.83	0.80	0.89

Tabell VIII. Energiutnyttelse og volumbehov for ulike medier i vann/vann-varmepumpe.

Medium	Temperaturgrenser 0/45°C		Temperaturgrenser 0/60°C		Temperaturgrenser 0/80°C	
	ε_{vp} –	$q_{v.vol}$ $m^3/h/kW$	ε_{vp} –	$q_{v.vol}$ $m^3/h/kW$	ε_{vp} –	$q_{v.vol}$ $m^3/h/kW$
R12	4.00	1.76	2.94	2.05	2.00	2.61
R22	3.95	1.08	2.90	1.25	1.97	1.58
R500	3.97	1.51	2.90	1.76	1.96	2.27
R502	3.69	1.09	2.62	1.33		
R717	4.07	1.01	3.00	1.11	2.19	1.36

Tabell IX. Teoretisk effektfaktor for kulde- og varmepumpeprosess for R134a, R12 og ammoniakk.

Medium	ε_k	ε_{vp}
R134a	6.36	3.92
R12	6.45	4.23
R717	6.32	4.48

FRÅGOR

Lars–Olof Glas: Vid läcksökning krävs inte bara bättre rutiner utan även att utrustningen anpassas.

Björn Dahlroth: Vid en läcksökningsundersökning VAST har gjort på ett antal anläggningar fann man första året att 25% av fyllningen läckte ut per år. Nästa gång undersökningen gjordes rörde det sig om 10%/år och på vissa anläggningar hade man kommit ner till 1–2%/år. Detta visar att det finns stora möjligheter att minska utsläppen.

Gustav Lorentzen: Det blir inte någon läcksökning gjord i de flesta fall. Det enda fungerande sättet att få täta anläggningar är att tillsätta ett ämne som luktar illa. Då görs läcksökningen och tätningen. Detta ämne måste följa med gasen runt. De färgtillsatser som finns fungerar bara där man har vätskeläckage.

Anders Lindborg: Haukås talade om förluster på 10%/år, vilket verkar realistiskt. Kylskåp läcker emellertid mindre än 10% på 15 år. En uppdelning borde göras efter vilka anläggningstyper som läcker mest. Då kan insatserna göras på rätt typ.

Hans T. Haukås: De siffror jag presenterade omfattade inte kylskåp.

Lars–Olof Glas: Det är mycket viktigt att gå igenom vilken typ av fel som orsakar utsläpp, men det borde även göras ännu mer i detalj. Det är nämligen ofta konstruktionsfel, materialfel eller felaktigt utfört arbete som ligger bakom.

Hans T. Haukås: En undersökning på detaljnivå är gjord, men den är ännu inte bearbetad.

Thore Berntsson: Det är teoretiskt möjligt att gå till högre tryck med turbomaskiner för R22 och NH_3. Men hur är det med mindre anläggningar som arbetar med skruvkompressorer. Kan man gå till 40 bar?

Hans T. Haukås: Kolvkompressorer för 40 bar finns idag som processkompressorer. När det gäller skruvkompressorer vet jag inte. Det är viktigt att komma ihåg att mediekostnaden för NH_3 är avsevärt lägre än för R12. NH_3 kostar på volymbasis ca 1/4 av vad R12 kostar idag.

Yngve Johansson: Inte bara kompressorn utan hela anläggningen måste klara 40 bar. Vi bedömer inte det som realistiskt att sätta igång och utveckla sådana produkter idag. Vi räknar hellre med att kunna arbeta med andra medier.

3.2 Rutiner för hantering och uppsamling/destruktion av köldmedier

H.J. Høgaard–Knudsen

(Inga overhead)

FRÅGOR

Lars–Olof Glas: Systemet med att man betalat för destruktion och retur vid inköp av CFC–medier kommer inte att fungera. Man har ingen anledning att lämna in förorenad CFC, man kan lika gärna släppa ut den i atmosfären.

Björn Dahlroth: Kanske skulle det fungera om man var tvungen att lämna in en flaska för att få ut en ny.

Per–Erling Frivik: Var finns destruktionsmöjligheter i Norden? Det finns ingen fast i Danmark. Grossisterna returnerar till fabrikanterna. Norge har köpt en ugn men den är inte i bruk ännu.

Dick Powell beskrev hur destruktion gick till.

3.3 Krav på köldmedier

Gustav Lorentzen

ON THE CHOICE OF REFRIGERANT

Required properties

The choice of a suitable working medium for a refrigeration plant or heat pump is a balanced compromise of a large number of individual properties, some of them conflicting. A fair number of rather different substances have been used as refrigerants over the years. Considerable practical experience exists regarding the properties which are important to the production of reliable, safe and cost effective installations under varying conditions of application. They are normally classified in two main groups:

- Thermodynamic and heat transfer properties, basic to the engineering design of the plant and its operational performance and energy economy.

- Chemical, environmental and physiological properties, deciding the choice of construction materials and measures to ensure safety.

In addition there are a number of practical considerations to be taken into account, such as ease of leak detection, relation to oil and water, price etc.

The conditions under the first group decide whether it is possible at all to use a medium to construct a rational and cost effective system for a specific purpose and limits the choice to a few possible alternatives. Those of the second group control the design requirements in order to achieve acceptable safety standards for the protection of life and health as well as local and global environment. The cost of these measures may in some cases be so high that it excludes the use of substances, which may otherwise be excellent from a purely thermodynamic viewpoint.

Thermodynamic and transfer properties

The relevant thermal properties may be specified in a large number of individual data. Examples of such listings are found in many textbooks. In reality the essential criteria can be summarized in three crucial points:

- Vapour pressure level
- Critical temperature
- Molar mass M

If we combine the simple ideal gas equation $P \cdot \nu = R \cdot T = \frac{C_1}{M} \cdot T$ with the Trouton rule $M \cdot r_{760} \simeq C_2 \cdot T_{760}$, we get for a given refrigeration capacity Q (or heating capacity for a heat pump):

$$Q \sim m \cdot r \sim const \cdot P \cdot V$$

The compressor volume requirement V is roughly in inverse proportion to the suction pressure P. This is not completely true since the above equations are not accurate for a real medium, but close enough to give a good guideline, Table I. In order to limit the physical size and cost of the compressor, at least for a positive displacement machine, it is desirable to choose a refrigerant with a reasonably high vapour pressure at the actual evaporation temperature. The limitation is defined by the need to avoid too close proximity to the critical point at condensation with a view to avoid excessive throttling loss. For hydrocarbons as well as their halogenates the critical pressure is in the range between 30 and 50 bar, and it is therefore necesary to use a lower pressure than could otherwise have been desirable for large machines. The condensation temperature for R-13 is limited to around 0°C, for R-22 60-70°C, depending on the loss one is willing to tolerate. In comparison ammonia NH_3, with critical parameters 113 bar and 132°C, can achieve a much better volume utilization in the higher heat pump range than the halocarbons and also covers a wider temperature span without need of cascading.

Table I

Evaporation pressure and volumetric refrigeration capacity relative to the corresponding values for NH_3 at two temperature ratios, -30/30°C and 0/50°C

	-30/30°C		0/50°	
	P_o/P_oNH_3	q_o/q_oNH_3	P_o/P_oNH_3	q_o/q_oNH_3
NH_3	1	1	1	1
SO_2	0,318	0,355	0,36	—
R11	0,077	0,087	0,094	0,103
R12	0,840	0,615	0,72	0,525
R22	1,377	1,019	1,165	0,837

It should be noted, however, that these reflections are valid only when the normal refrigeration cycle is used. If it is changed to eliminate or greatly reduce the throttling loss, a supercritical process might be acceptable and even desirable in some cases.

The Trouton rule also indicates that the refrigerant mass flow for a given capacity is closely proportional to its molar mass. In order to stay within acceptable pressure drop requirements the flow velocity must be kept lower for the heavy gas. This means higher cost of piping, stop valves and in particular the compressor since its speed of rotation must be limited correspondingly. It has been known for a very long time that the optimum valve velocity for a reciprocating machine (or the gate velocity for a screw) is inversely proportional to the square root of M. This means that the mean piston speed can be 2.5 to 3.2 times higher for ammonia (M = 17) than for the halocarbons when the same relative inlet and outlet losses are accepted. There is a corresponding potential reduction of the compressor cost when the lighter refrigerant can be used. This advantage has not been fully exploited as yet in general practice since most industrial compressors are built for alternative usage with different media.

Another important disadvantage of the heavier refrigerants is their poor heat transfer in condensation and evaporation. This is partly a result of a large liquid film thickness due to their low evaporation enthalpy (Trouton again). The situation is made worse by the very low heat conductivity of the halocarbon liquids. Taking all this into account it is clearly possible to build a refrigeration or heat pump plant with NH_3 much cheaper than the R-22 or R-12 alternative when the same energy efficiency is required.

The situation is fundamentally different for turbo compressors. The impeller tip speed is restricted by design considerations and available material to a maximum of perhaps 250 to 300 m/sec. In order to limit the number of stages the Mach number should be as high as the influence on the efficiency will permit. With present day technology this means an ideal sonic velocity in the same order of magnitude or a little bit higher, corresponding to a molar mass 40-50. Propane C_3H_8 (M = 44) is close to the ideal while the halocarbons are really much more heavy than necessary. Ammonia on the other hand is too light and requires a larger number of stages. This eliminates its economic advantage except for the very largest capacities of turbo plant.

It is clear from what has been said that the CFCl refrigerants are not very advantageous with regard to thermodynamic and heat transfer properties. Some of the "old" media and ammonia in particular are really much better. So are

some of the simple hydrocarbons and their mixtures. Provided that the problem of safety can be managed in a satisfactory way, it is not technically difficult to replace halocarbon systems with even more effective alternative equipment. The problems are transition time and cost.

Chemical and physiological properties

The influence of these properties centres around a few important areas:

- Compatibility with machine building materials
- Effects on the external environment
- Poisonousness, suffocating and warning properties
- Inflamability and explosion hazard

The latter two points define the safety measures which will be required.

The design and choice of materials in any refrigeration plant must of course take into account the chemical characteristics of the working medium. Some halocarbons may cause problems with rubber and gasketing materials and require special compounds, ammonia precludes the use of copper and zink in direct contact. Solubility behaviour for lubricating oil and water can also be very different and profoundly influence system design. But it is perfectly feasible to produce an effective solution for any actual medium.

The fully saturated halocarbons are suspected of contributing to a break-down of ozone in the upper atmosphere and give an undisputed addition to the greenhouse effect. Their use will be gradually restricted with the exception of R-22 and may possibly be completely excluded in a more distant future. The other available refrigerants are not believed to have any similar effects.

Any gaseous medium not containing oxygen will cause immediate suffocation in concentrations exceeding about 50 per cent in air. In practice this is a danger only if the gas is without a sufficient warning smell and heavier than air, so that it can collect in below threshold spaces, notably basements, pump pits, ships holds etc. Such is the case with hydrocarbons and their CFCl derivates, and they have been responsible for a number of fatal accidents over the years. This is another good reason to avoid such refrigerants.

Actual poisonousness is particularly dangerous when it is not combined with a strong and penetrating odour. Methyl Cloride CH_3Cl is a typical example and was used to some extent in small refrigeration in the fourties as a substitute for R-12. There were a number of tragic experiences, demonstrating that such a

medium is completely unacceptable.

The situation for ammonia, which is also very poisonnous, is completely different. This gas has a very sharp and disagreeable smell which is easily detected in concentrations of 50 ppm or even lower. At 10 times this amount it is insupportable and will scare away anybody who is able to move. But it takes nearly 100 times higher concentration, about 1/2 per cent by volume, before it becomes really dangerous. With M = 17 it is also much lighter than air and easily vented off to the angels. A century of experience indicates that the risk in practice is very small. Only in cases where it may affect people without full freedom of movement or where panic can be a hazard, special precautions are indicated.

There is no doubt that with proper precautions ammonia can be used in very many cases where halocarbons dominate today. Clearly it is not advisable to apply it for direct cooling in air conditioning or public skating rinks, but this is rarely done for large systems of this kind anyway. By using a safe secondary heat carrier medium for distribution, and locating the ammonia containing equipment in a reasonably gas tight enclosure with ventilation to the atmosphere in a suitable place, the most stringent safety requirement can be satisfied. As a fact it can be much safer than many a CFCl plant today.

It is true that ammonia can burn. So can R-22 at the pressure normally existing in the condenser. But the concentration limits for combustion with air are quite narrow, 17 to 29 per cent for NH_3 at atmospheric pressure, and the heat of reaction is limited. It is inconceivable that such a high air concentration can build up in a refrigeration system. It would be completely inoperative long before this could happen. It is also hard to see where the ignition should come from.

Escaping NH_3 during a house fire will undoubtedly burn, but the addition to the heat production will be insignificant. The danger is more acute with halocarbons which will form heavy and very poisonous gases like Foscene $COCl_2$ when exposed to high temperatures.

These reflections are supported by a great deal of practical experience. During my close to 50 years of fairly close contact with the refrigeration activities in my country I have of course been confronted with a very large number of cases of ammonia leakage of different gravity. In all this time I can recall only one fatal accident with this refrigerant and this was due to extreme negligence. In the same time there have been several deaths by suffocation in so called "safe refrigerants". This in spite of the fact that ammonia systems

dominate in number and capacity in the industrial area and also include large tonnage ammonia production plants, storage and transportation by land and sea tankers.

It is my considered opinion that the most important safety asset of a refrigerant is a strong warning smell. This can compensate for other defects when the system design is appropriate. An odorless and heavy gas, be it eyer so non-poisonous, can be a veritable death trap under unfortunate circumstances.

Note

The above remarks are extracted from two articles, which will appear shortly:

"Ammonia, an excellent alternative", The International Journal of Refrigeration.

"The CFCl Problem. A strategy to reduce atmospheric release", IIR meeting Brisbane, September 1988.

These papers contain a more full account and give literature references.

FRÅGOR

Thore Berntsson: Kolväten är ju en möjlig variant. Hur ser Du på applikationen om man skall bygga imorgon?

Gustav Lorentzen: Det är fullt möjligt att använda kolväten som köldmedium. T ex i kylskåp får man en minimal kolvätefyllning, mindre än det som finns i sprayflaskor i köksskåpen. Förr använde man SO_2 i öppna kompressorer och NH_3/H_2O utan att detta medförde större problem än lite lukt i skåpet. Bilkylanläggningar är också ett aktuellt användningsområde. Bensin förbränns utan problem, varför är man då betänksam över att ha ett par kilo kolväten under plåten? Kolväten är ett aktuellt medium för mindre anläggningar. För 40 år sedan användes propan i större kylanläggningar. Mediets tyngd kan vara problem och medföra kvävning vid läckage.

Björn Dahlroth: Brandfaran bör vara större i stora anläggningar om man använder kolväten.

Gustav Lorentzen: Det är klart ett större problem men t ex stora LNG–skepp körs på avkok från gastankarna och då bör det knappast genera med propan i kylanläggningen.

Björn Dahlroth: Det kan bli problem att få driftspersonalen att acceptera riskerna.

Gustav Lorentzen: Inte några problem i realiteten?

Lars–Olof Glas: Man måste ta hänsyn till elektriska anläggningar.

Gustav Lorentzen: Helt klart att man måste ha regler. T ex ammoniakanläggningar kan installeras i täta rum som ventileras. Det borde inte vara så fantastiskt märkvärdigt.

Björn Dahlroth: Om man ser på ekonomin så blir det dyrare med täta rum osv. Detta kan göra sådana medier inaktuella i värmepumpsammanhang. Däremot kanske en kylanläggning klarar det.

Gustav Lorentzen: Det behöver inte bli dyrare då man kan minska kompressorstorleken, ha mindre värmeväxlande ytor, rördimensioner etc, som ger billigare anläggningar.

Thore Berntsson: Man måste använda stål i stället för koppar.

Gustav Lorentzen: Det är vettigt i alla fall.

Erik Carlsen: Moderna kylmontörer har lätt för att se på arbetet med ammoniakanläggningar mer som "hantverksarbete". Det kan vara en barriär.

Gustav Lorentzen: CFC är populärt därför att det kan smusslas undan. Ammoniak medför att man måste göra anläggningarna täta. Det går om man måste.

3.4 Nya, möjliga köldmedier

Dick Powell

WHY FLUOROCARBONS?

FLUIDS CAN BE SELECTED WHICH COMBINE LOW TOXICITY, NON-FLAMMABILITY, LOW ENVIRONMENTAL IMPACT AND GOOD THERMODYNAMIC PERFORMANCE.

NON-AZEOTROPIC MIXTURES

NON-AZEOTROPIC MIXTURES OF FLUOROCARBONS COULD FILL GAPS IN THE THE OPERATING RANGE BETWEEN THE SINGLE FLUIDS.

AS A MANUFACTURER ICI WOULD NEED TO RECONSIDER HOW IT PRESENTS THE THERMODYNAMIC DATA TO FACILITATE CALCULATIONS OF MIXTURE PROPERTIES.

THE REFRIGERATION, AIR CONDITIONING, HEAT PUMP INDUSTRY MAY NEED TO THINK THROUGH HOW IT WILL SERVICE EQUIPMENT WHERE DIFFERENTIAL LEAKAGE OF ONE FLUID RELATIVE TO THE OTHER CAN OCCUR.

TOO TOXIC

R133A	CF3CH2CL	6 DEG C	NF
R21	CHCL2F	13 DEG C	NF
R31	CH2CLF	DEG C	F

3.4.... CARBON FLUIDS

DISADVANTAGES

THERMODYNAMICALLY LESS ATTRACTIVE THAN C1 AND C2 FLUIDS.
[ISENTROPIC LINES RE-ENTER SATURATION LINE.]

GENERALLY MORE EXPENSIVE TO PRODUCE.

GENERALLY NEED MORE MASS OF FLUID FOR A GIVEN DUTY.

POSSIBLE CANDIDATES

C318

```
CF2-CF2
|    |
CF2-CF2
```

CF3.CFH.CF3

CF3.CFH.CF2H

NO KNOWN TOXICOLOGICAL PROBLEMS BUT FLAMMABLE

32	CF2H2	-50	A
142B	C1F2.CH3	-9	*
143	HCF2.CH2F	5	B/C
152	CH2F.CH2F	30	B/C
152A	CHF2.CH3	-30	*

* COMMERCIALLY AVAILABLE IN SMALL QUANTITIES

OTHER FLUIDS?

NO KNOWN ADVERSE TOXIC EFFECTS AND NON-FLAMMABLE

COMPOUND	COMPOSITION	BP	ROUTE
125	CF3.CF2H	-48	A
134	HCF2.CF2H	-19	B
124	CF3.CFHCl	-12	A/B
124A	CF2H.CF2Cl	-12	B
133	CF2H.CFHCl	17	C
123A	CF2Cl.CFHCl	28	B/C
123B	CFCL2.CF2H	28	C

A: REASONABLE ROUTE

B: POSSIBLE ROUTE BUT EXPENSIVE

C: NO KNOWN POSSIBLE MANUFACTURING ROUTE

CURRENT POSITION

THE AVAILABILITY OF 134A IN COMMERCIAL QUANTITIES IS TO LARGE EXTENT DEPENDENT UPON THE TOXICITY TEST PROGRAMME WHICH IS CURRENTLY UNDERWAY BUT IS NOT EXPECTED TO BE COMPLETED UNTIL THE EARLY 90'S.

ICI IS SUPPLYING 134A TO SELECTED ORGANISATIONS FOR VALUATION. ALTHOUGH WE HAVE A SMALL PLANT PRODUCING THE MATERIAL SUCCESSFULLY QUANTITIES ARE STILL LIMITED AND DEMAND IS CONSIDERABLE.

WE ARE CURRENTLY TESTING OUR CANDIDATE LUBRICANTS FOR THEIR COMPATIBILITY WITH 134A AND WITH MATERIALS OF CONSTRUCTION.

THE THERMODYNAMIC DATA FOR 134A IS BEING REVISED AND IMPROVED. THE SECOND PRELIMINARY DATA SHEET WILL BE AVAILABLE AT THE BEGINNING OF JUNE AND FULL DATA BY THE END OF THIS YEAR.

ICI'S PROGRAMME FOR THE DEVELOPMENT OF NEW FLUIDS

ICI FULLY SUPPORTS THE PROVISIONS OF THE MONTREAL PROTOCOL. THE COMPANY WILL INTRODUCE ENVIRONMENTALLY ACCEPTABLE ALTERNATIVE FLUIDS AS RAPIDLY AS POSSIBLE CONSISTENT WITH TESTING THE TOXICOLOGY OF THE CANDIDATES TO MODERN STANDARDS AND DEVELOPING SAFE PROCESS TECHNOLOGIES.

MAJOR EFFORT TO DEVELOP 134A AS A DIRECT REPLACEMENT FOR 12.

ICI IS ALSO A SYNTHETIC LUBRICANT PRODUCER AND IS DEVELOPING NEW LUBRICANTS SPECIALLY MATCHED TO 134A.

ICI COULD CONSIDER A WIDER RANGE OF FLUIDS IT MIGHT PRODUCE TO COMPLEMENT 134A. WILL DEPEND UPON TECHNOLOGICAL PROGRESS AND MARKET DEMAND.

ICI'S CURRENT 1988 BUDGET IS £2.5M AND WILL RISE RAPIDLY AS DEVELOPMENT PROCEEDS.

THE MONTREAL AGREEMENT

PRODUCTION OF CFC'S 11, 12, 113, 114, AND 115 TO BE FROZEN AT 1986 LEVELS WHEN THE AGREEMENT HAS BEEN RATIFIED BY AT LEAST 11 NATIONS WHOSE COMBINED OUTPUT OF CFC'S IS ATLEAST 60% OF THE WORLD TOTAL.

IN 1993 TO 1994 PRODUCTION AND CONSUMPTION MUST NOT EXCEED 80% OF THE 1986 LEVEL.

IN THE YEAR JULY 1998 TO JUNE 1999 PRODUCTION AND CONSUMPTION MUST NOT EXCEED 50% OF THE 1986 LEVEL.

FRÅGOR

Björn Dahlroth: Vid tillverkning av R12 får man R11 som biprodukt. Har R134a några biprodukter?

Dick Powell: Jag vill inte kalla R11 en biprodukt utan det är snarare så att de tillverkas i en gemensam produktion. Vid tillverkning av R134a fås vare sig biprodukter eller någon samprodukt.

Flemming Boldvig: Varför drogs R22 in som aerosol?

Dick Powell: Det har visat sig att vid stor exponering av R22 återbildas foster hos gravida djur. När R22 används som köldmedium är exponeringen väldigt låg, men används den som drivgas i sprayburkar handlar det om större direkt exponering.

Thore Berntsson: R134a har visat sig bra i luftkonditionering i bilar. Någon annan kanske visar sig bättre lämpad i värmepumpssammanhang. Hur ställer sig ICI, kommer ni att förse marknaden med fler olika CFC och FC–föreningar nu?

Dick Powell: Gärna för vår del. Ju mindre som tillverkas av varje fluid ju dyrare blir den, men naturligtvis beror priset även på vilken fluid det handlar om. Vart och ett av de nya medierna tar 7 år att gå igenom med toxiska tester.

Thore Berntsson: Om det skulle bli så att även R22 förbjöds vad skulle ni rekommendera att försöka med i stället?

Dick Powell: R125, kanske blanda med kolväten i lämplig mängd.

Per–Erling Frivik: Kommer ni att sluta tillverka R12?

Dick Powell: Om det handlar om en reduktion till 50% av 1986 års nivå så kommer R12 att tillverkas även i fortsättningen.

Björn Dahlroth: Vad kan göras med förorenad R12?

Dick Powell: I vissa fall är återanvändning möjlig, men är den t ex blandad med R152a måste blandningen destrueras.

3.5 Framtida användningsmöjligheter för ammoniak

Anders Lindborg

REFRIGERANTS AND THEIR PROPERTIES

1. Chemical properties

1.1 Stability
1.2 Influence by construction material and oil
1.3 Fire and explosion risks

2. Physical properties

2.1 Position of the pressure-temperature curve
2.2 Latent heat and specific heat
2.3 Viscosity
2.4 Conductivity
2.5 Surface tension
2.6 Disolvable in oils
2.7 Influence by water
2.8 Electrical proporties

3. Physiological properties

3.1 Poisonous
3.2 Smell
3.3 Relations to products

4. Commercial viewpoints

4.1 Price
4.2 Supply
4.3 Specific refrigeration capacity

5. Environmental relations

5.1 Local influence
5.2 Global influence

AMMONIAK ÄR DET ENDA KÖLDMEDIUM

SOM VARIT I BRUK MER ÄN 100 ÅR.

ERFARENHET AV SÄKERHET ÄR MYCKET

GOD.
~~HÖG~~

Here is an attempt to quantify world cold storage volume.
Please exercise a little caution when using the figures.

COLD STORE VOLUME

	Private			Public			Total	
	No.	000 m3	Share	No.	000 m3	Share	No.	000 m3
Austria				11	257			257
Belgium				20	733			733
Denmark				20	526			526
France	2998	4125	54%	241	3469	46%	3239	7594
Germany		3838		109	3838			7676
Holland				72	1313			1313
Ireland				9	386			386
Italy				97	1880			1880
U.K.	155+	2000	29%	155	4862	71%	310+	6862
Spain				450	1793			1793
Sweden	117	642	38%	38	1045	62%	155	1687
Switzerland				18	381			381
Subtotal		10605			20483			31088
USA	914	10238	30%	698	23845	70%	1612	34083
Africa					3000			3000
Middle East					3000			3000
Japan		4826	26%		14026	74%	3968	18852
Australia					1000			1000
Brazil		610	55%		490	45%		1100
TOTAL		26279			65844			92123

AGA FRIGOSCANDIA

Datum/Date Vår ref./Our ref. Blad nr/Page No.

TOTAL COLD STORE VOLUMES*

	YEAR	VOLUME M3
DENMARK	1985	1 649 467
IRELAND	1985	769 000
SWEDEN	1986	1 581 300
HOLLAND	1985	3 000 000
SPAIN	1985	8 000 000
USA	1985	48 500 000
JAPAN	1985	18 852 000
FRANCE	1987	8 425 000
U.K.	1985	7 743 384
BELGIUM	1985	1 350 000
WEST-GERMANY	1987 est.	8 300 000
AUSTRIA	1985	660 000
SWITZERLAND	1985	335 000
ITALY	1985	1 188 000
BRAZIL	1987	1 400 000
VENEZUELA	1987 comm.	270 000
COLOMBIA	1987 comm.	50 000
AFRICA	1984 est.	3 000 000
MIDDLE EAST	1984 est.	3 000 000
AUSTRALIA	1984 est.	1 000 000
TOTAL		112 073 151

* COMMERCIAL & PRIVATE

88-04-22

FRIGOSCANDIA CONTRACTING

CA 3000 FRYSARE

IDAG ÄR VARANNAN

INDUSTRIFRYSARE

EN FSC-FRYSARE

CA 50000 STORA OCH MEDELSTORA

KYLANLÄGGNINGAR.

DESSUTOM STORT ANTAL ANLÄGG-

NINGAR FÖR JORDBRUKETS BEHOV

- GÖDSEL.

AMMONIAK

EXOTISKT NEGATIVT

PANIK RISK

FRYSHUS - INSTÄNGNING

NEGATIVA VISIONER

BRISTANDE KUNSKAP

SE UPP MED LAGSTIFTNING.

DET ÄR ENKELT ATT DEFINIERA
AMMONIAK

- GIFTIGT - DÖDSKALLEMÄRKT
- EXPLOSIVT

IIAR

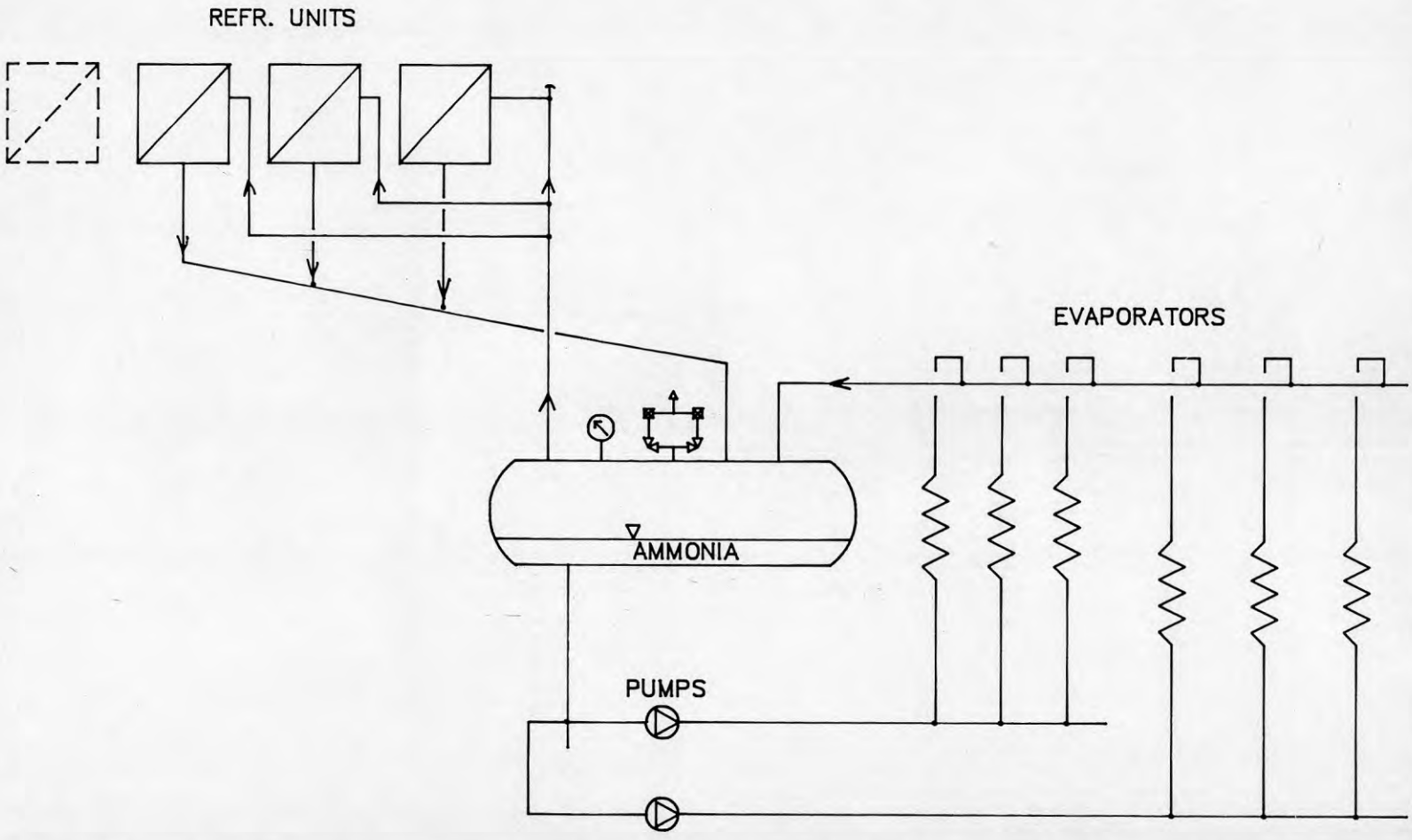
STÄLL ANTALET ANLÄGGNINGAR MOT KÄNDA OLYCKOR OCH OLYCKSTILLBUD!

STUDERA KÄNDA OLYCKOR MED AMMONIAK-KYLANLÄGGNINGAR 10 - 20 ÅR BAKÅT MED KUNSKAP OM VERKLIGA OCH IMAGINÄRA SÄKERHETSÅTGÄRDER SOM VIDTAGITS OCH NU GENOMFÖRES INOM OLIKA LÄNDER.

PROJEKTERA AIR COND.

MED AMMONIAK

- KÄNNER EJ TILL MÖJLIGHETEN
- FINNER EJ TEKNIKER SOM KAN FÖRESLÅ LÖSNING
- BLOCKERAS AV TANKEN PÅ KOSTNAD - TEMP. DIFFERENSER


REFR. UNITS
EVAPORATORS
AMMONIA
PUMPS

FÖRDELAR

- OLJEFRITT
- INGET HÖGTRYCK
- ALLTID LÅGTRYCK
- SÄKER AVFROSTNING
- INGEN AVLUFTNING
- INGET VATTEN I SYSTEM
- LÄTT ATT BYGGA UT
- GOD DELLAST
- LÄTT ATT PÅVISA SYSTEMETS GODHET = VERKNINGSGRAD
- LÅNG LIVSLÄNGD
- HÖG SÄKERHET !!

NACKDELAR

- SVÅRT ATT MARKNADSFÖRA

FRÅGOR

Lars–Olof Glas: Du sa att ni arbetade med lågt tryck. Detta gäller dock inte avfrostningsdelen. Används stål så kan korrosion komma utifrån.

Anders Lindborg: Inte om man använder rätt teknik.

Lars–Olof Glas: Nu är okunskap något som tillhör livet. Detta gör att marginalerna måste finnas.

Anders Lindborg: Erosionen som kan förekomma är farligare.

Bengt Lundqvist: Finns det något säkerhetsavstånd mellan tanken och resten av anläggningen?

Anders Lindborg: Nej.

Björn Dahlroth: Det behöver komma ut information om när ammoniak kan ersätta R12.

3.6 Framtida användningsmöjligheter för ickeazeotropa blandningar

Thore Berntsson

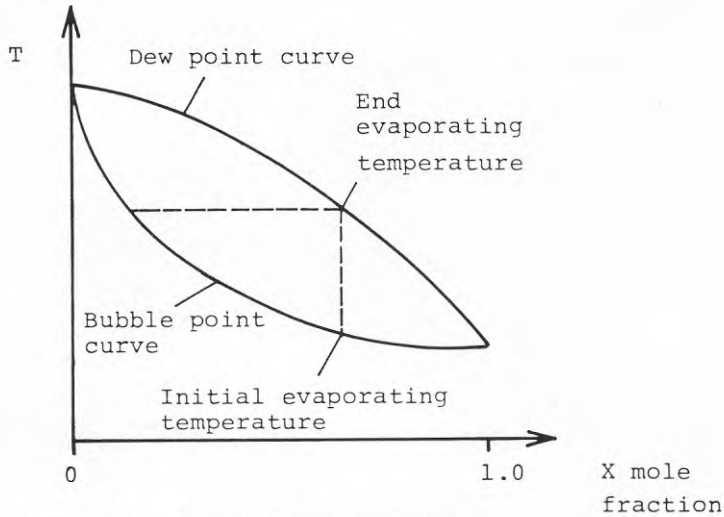


Figure 2.1.1 T,X diagram for a nonazeotropic mixture.Temperature variation during evaporation is shown.

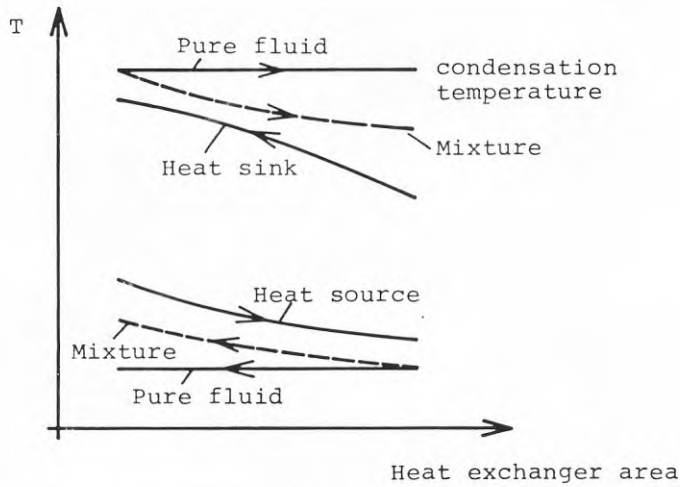


Figure 2.1.2 Temperature variations in the condenser and the evaporator for a pure refrigerant and for a nonazeotropic mixtures.

POSSIBLE IMPROVEMENTS WITH MIXTURES

- Higher COP
- Higher capacity
- Capacity control
- Capacity adjustment
- Pressure adjustment
- Higher flexibility

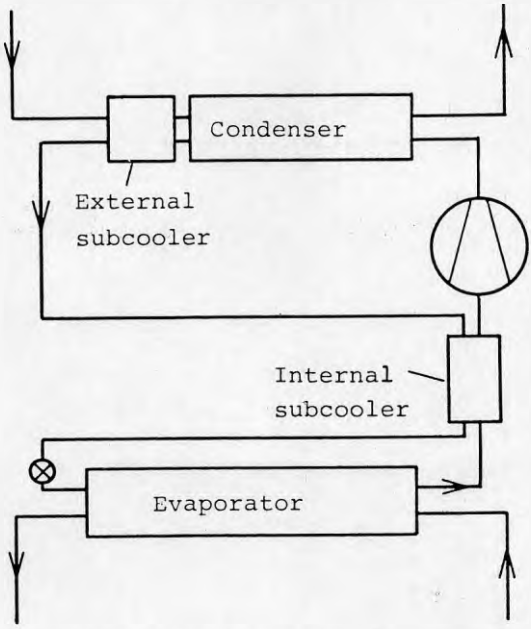


Figure 8.2.1 Single stage cycle.

MIXTURES USED IN THE CALCULATIONS

R22/R114

R12/R114

R12/R11

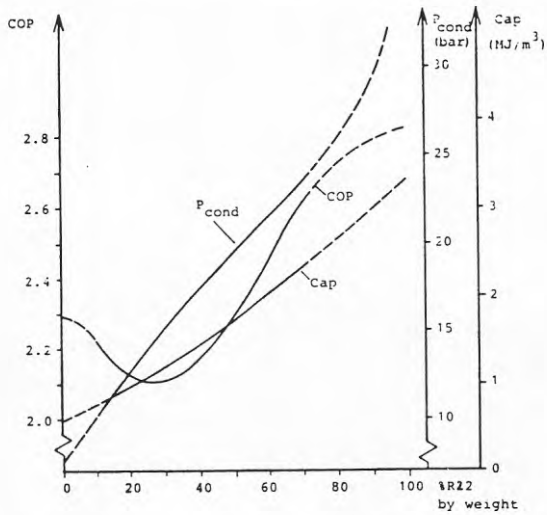


Figure 9.2.20. Space heating case, R22/R114.

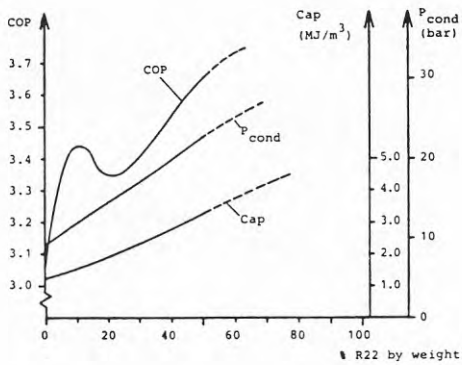


Figure 9.2.14 Industrial case II,R22/R114.

INDUSTRIAL CASE I	Infinite areas		Finite areas	
	COP	Cap. (MJ/m^3)	COP	Cap. (MJ/m^3)
Pure R114	5,2	2,6	4,7	2,4
R12/R11 70 %/30 %	8,7	5,4	5,2	4,4
Improvement (%)	67	108	11	83

INDUSTRIAL CASE II	Infinite areas		Finite areas	
	COP	Cap. (MJ/m^3)	COP	Cap. (MJ/m^3)
Pure R12	3,9	3,6	3,5	3,3
R12/R11 80 %/20 %	5,7	3,5	3,7	2,8
Improvement (%)	46	-3	6	-18

SPACE HEATING CASE II	Infinite areas		Finite areas	
	COP	Cap. (MJ/m^3)	COP	Cap. (MJ/m^3)
Pure R12	3,3	2,5	2,7	2,0
R12/R114 75 %/25 %	3,8	2,2	2,7	1,7
Improvement (%)	15	-12	——	-1,5

Table 9.3.1. Comparison of results from the two computer programs. For each case of application the result for the most appropriate pure fluid is compared with the result for the most favourable mixture.

PROBLEM AREAS

Uncertainties about:

* The magnitude of heat transfer coefficients decreases
* Consequences of leakages
* Additional complexity of equipment and maintenance

POSSIBLE APPLICATIONS

* Hermetic systems
* Large refrigeration and heat pump plants
* Small and medium sized plants?

Mixtures are probably not a transition solution.

POSSIBLE MIXTURES

Some mixtures discussed are:

* R22/R152a
* R22/R142b

CFC:s and hydrocarbons:

* R22/R134a
* R22/R134
* R125/R142b

Mixtures of HCFC:s/FC:s and hydrocarbons

NEED FOR FURTHER R&D ON MIXTURES

* Heat transfer measurements in evaporation and condensation

* Measurements on state and transport data

* Computer programs for cycle simulations and equipment design

* Experimental and demonstration plants

FRÅGOR

Petter Nekså: Hur fungerar blandningar vid dellast?

Thore Berntsson: De följer med ganska bra.

Bernt Bäckström: Vilka möjligheter finns att byta ut R12 mot ickeazeotropa blandningar i de stora värmepumparna på 10 MW?

Thore Berntsson: I dessa har man pool–boiling i förångaren, vilket försämrar effektiviteten vid blandningar avsevärt. En blandning bör ha motströmsvärmeväxlare.

3.7 Alternativa kyl– och värmepumpprocesser

Eric Granryd

FRÅGOR

Yngve Johansson: Vad ger en jämförelse mellan torkningscykeln och att torka med vattenånga direkt under vakuum?

Eric Granryd: Kan man inkapsla processen så är Yngves förslag bättre.

Anders Lindborg: Dessa alternativa anläggningar blir dyra. Således krävs en kvalitetshöjning på produkterna för att de skall kunna motiveras ekonomiskt.

Eric Granryd: Så dyrt tycker jag inte att det behöver bli då de består av standardkomponenter.

Björn Dahlroth: Vad gäller ångkompression kan Sverige ses som ett u–land.

Thore Berntsson: Ångkompressionen kommer även i Sverige. Det finns en industriell potential för metoden.

Björn Dahlroth: Det används som ejektorkylning av rökgasen. Atlas Copco har sålt några ångkompressionsanläggningar.

3.8 Olika nordiska tillverkares synpunkter på möjliga/nödvändiga omställningar

Yngve Johansson, STAL Refrigeration

Poul Erik Hansen, Danfoss A/S
(Inga overhead lämnade)

Flemming Boldvig, Sabroe
(Inga overhead)

Per Samuelsen, Finsam A/S
(Inga overhead)

FÖRBRUKNING AV OLIKA KÖLDMEDIER STAL 1986 (SVERIGE)

MEDIUM	FÖRBR. TON	OZON-FAKTOR	BETYDELSE PÅ OZONSKIKTET %
R13	2.7	1 (ANT.)	2.2
R13B1	0.03	10	0.2
R502	24	0.15	2.9
R22	145	0.05	5.8
R500	3.5	0.8	2.3
R12	105	1	84.6
R114	4.2	0.6	2.0

CFC OCH MILJÖN

OMRÅDE: SERVICE

7.3 Hjälpmedel för överflyttning av köldmedier

Överflyttning av köldmediet mellan olika systemdelar eller apparater kan ofta ske genom att utnyttja rådande tryckskillnader mellan delarna. Befintliga rörledningar används, eller där så behövs monteras tillfälliga "service-ledningar" mellan de aktuella systemdelarna/apparaterna.

I vissa fall måste hjälpmedel av olika slag användas. Ett serviceaggregat enligt fig. 1 nedan är exempel på ett användbart hjälpmedel. Olika alternativa utföranden/stor- lekar kan förekomma beroende på de aktuella servicebehovet. I utrustningen ingår även anpassade "service-ledningar", rörkopplingar etc. samt separat vakumpump och vakummeter.

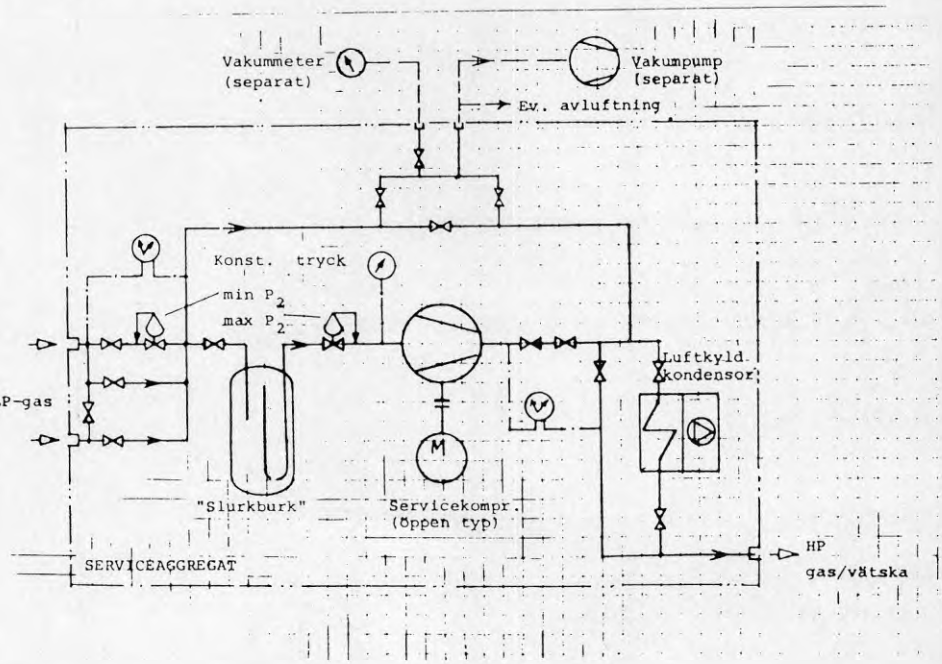


Fig. 1. Exempel på serviceaggregat, principskiss.

CFC OCH MILJÖN

OMRÅDE: SERVICE

1. INLEDNING

2. HANTERINGSANVISNINGAR CFC-KÖLDMEDIER

3. UTSLÄPPSKÄLLOR

4. FÖRLUSTER P.G.A SMYGLÄCKAGE

5. FÖRLUSTER P.G.A HAVERIER

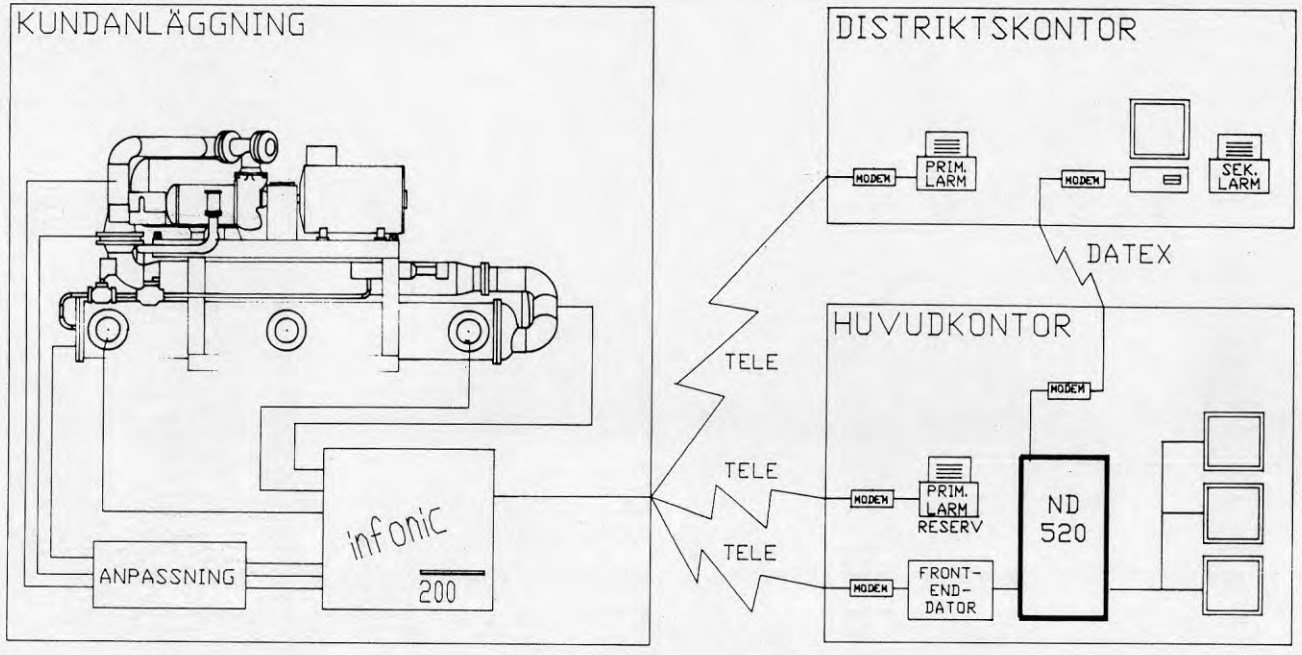
6. FÖRLUSTER VID INGREPP I ETT SYSTEM

7. ÖVERFLYTTNING/TÖMNING AV KÖLDMEDIEFYLLNING

8. SÄKERHETSVENTILER

9. LÄCKSÖKNING

10. RENING AV CFC-KÖLDMEDIUM



PROJEKT 616 - FJÄRRÖVERVAKNING
SLUTLIG SYSTEMKONFIGURATION

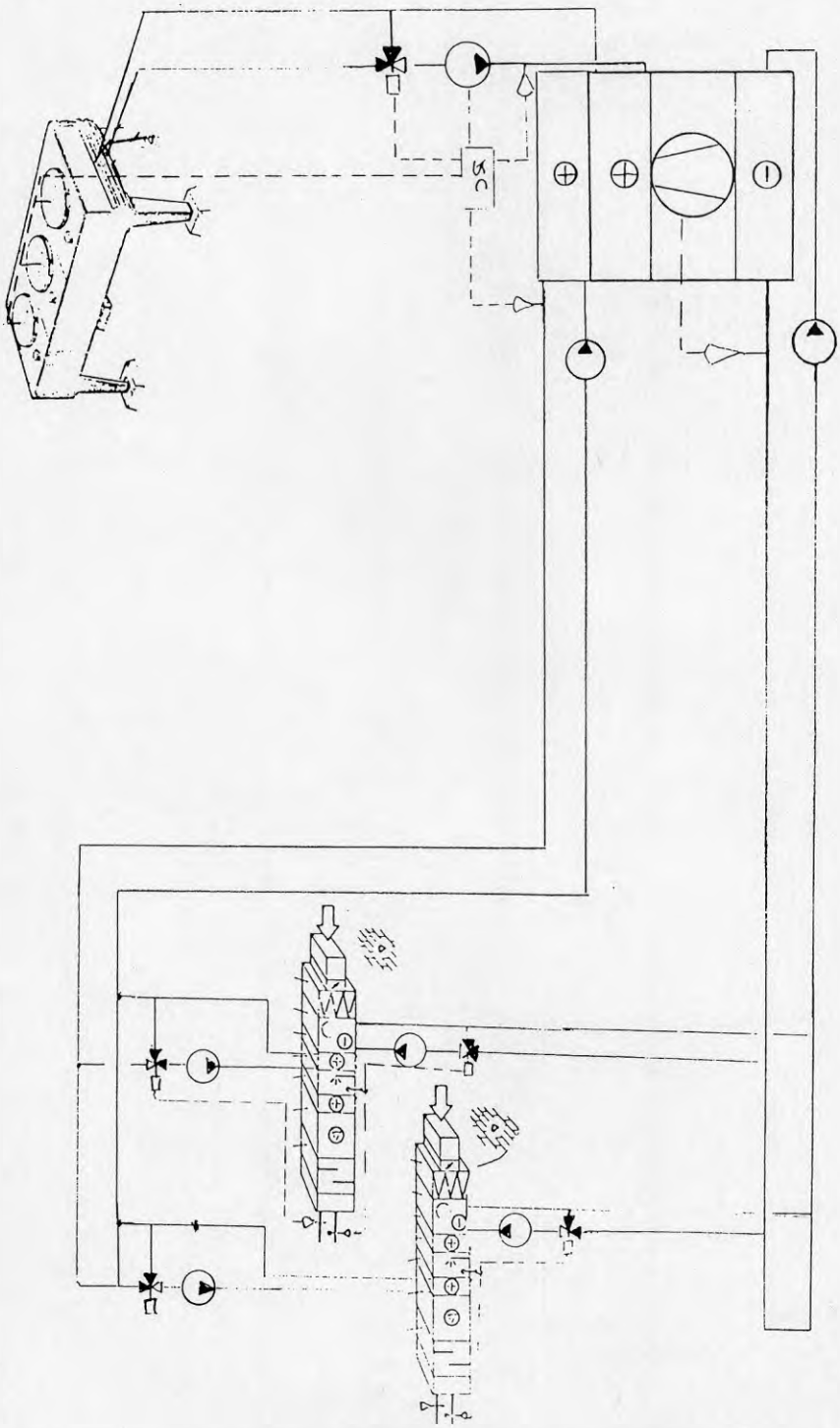
UTÖKAD ÖVERVAKNING

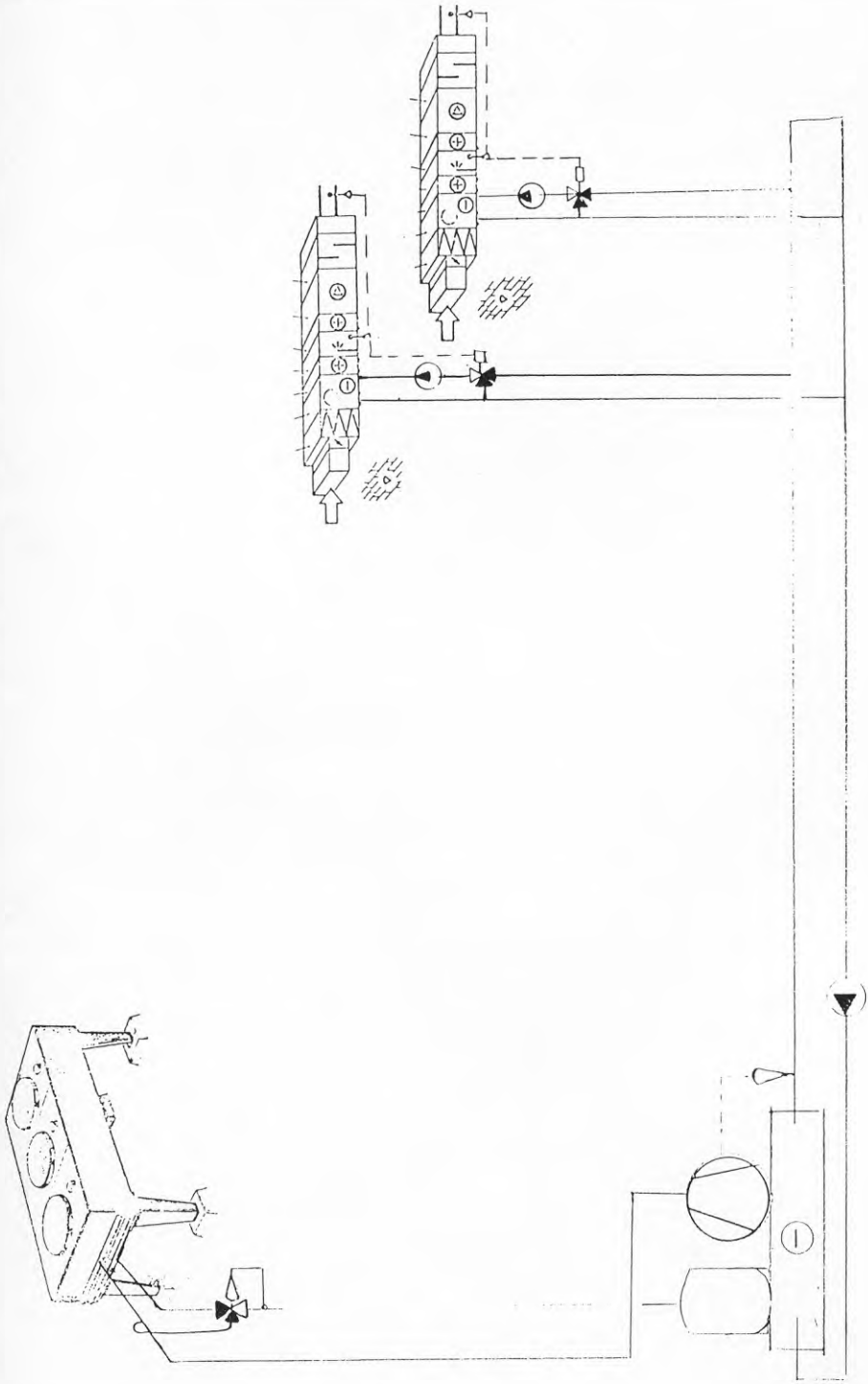
UTARBETA BÄTTRE
SERVICERUTINER

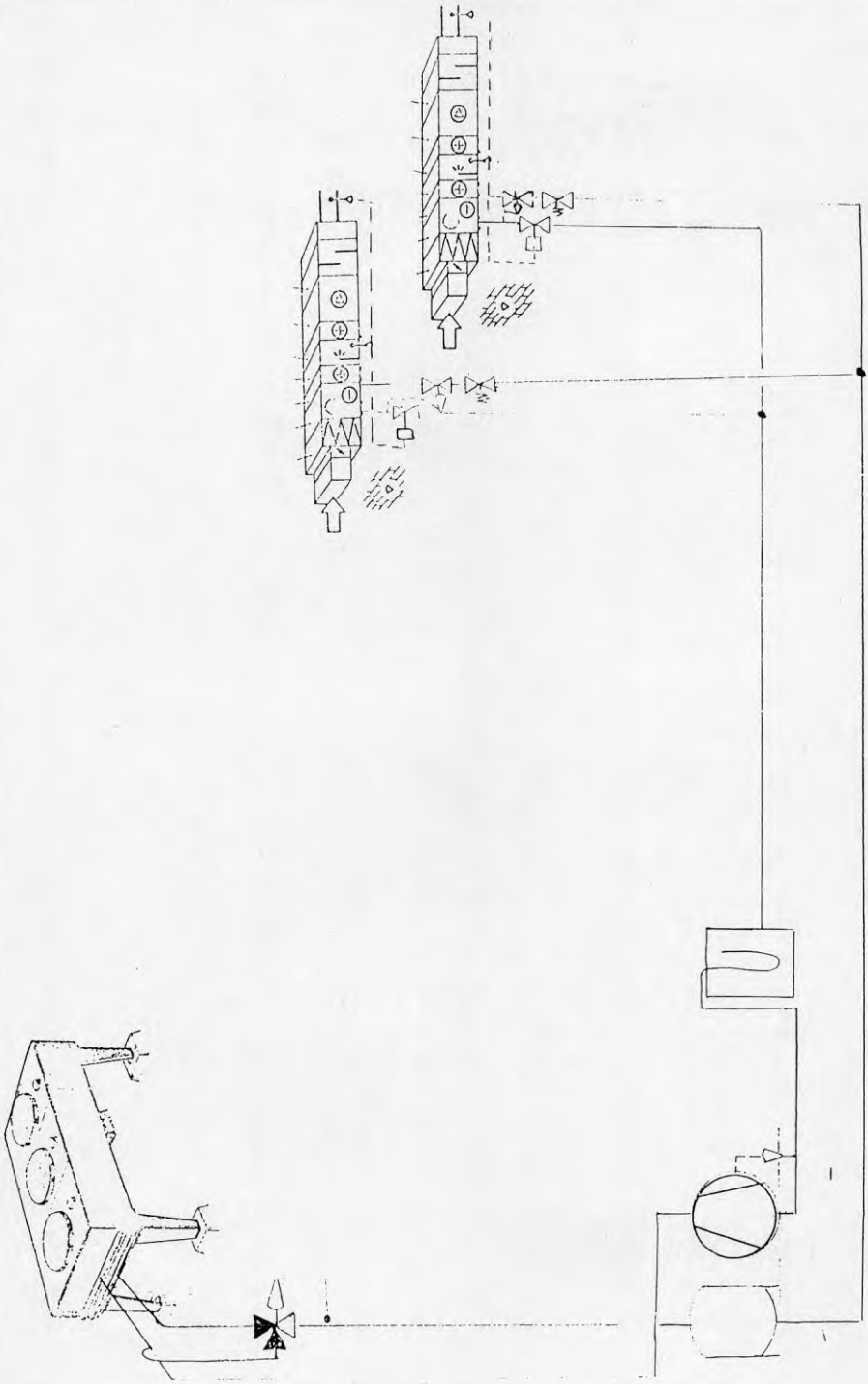
UTVECKLA VERKTYG

UTBILDA SERVICEPERSONAL

UTBILDA DRIFTPERSONAL







ÖVERGÅNG TILL OFULLSTÄNDIGT HALOGENERADE MEDIER.

ÖVERGÅNG TILL INDIREKTA SYSTEM

SAMLINGSBEHÅLLARE

SEKTONERINGSVENTILER

LÄCKAGEVARNARE

DUBBLA SÄKERHETSVENTILER

MEDIUM TERM
(SCREW COMPRESSOR HEAT PUMPS)

CFC 12 → CFC 134 a

Du PONT 2 - 5 years ATOCHEM

MEDIUM TERM

CFC 12 → NON AZEOTROPIC MIXTURES

CFC 142 b + CFC 22 PENWALT (R 402)
CFC 12 + CFC 114

ACC MÄNGD CFC

ANVÄNDN. OMRÅDE	KÄLLA KEMI.INFO 1984	STEV 1987	SNV 1987
HUSHÅLL	550		
KOM.KYLA	3200		
LUFTKOND	?		
INDUSTRI	0		
VÄRMEP			
SMÅ	450	500	400
MEDEL	320	200	100
STORA	400	1200	1400
TOTALT CA,TON	5000		

SERVICE
EVACUATION OF REFRIGERANT FILTERS

DUAL SAFETY VALVES WITH REVERSIBLE VALVES

VIBRATION ANALYSIS DURING DEVELOPMENT

FACTORY BUILT UNITS

NORMALLY	21 – 26 BAR	HIGH PRESSURE SIDE
	13 – 16 BAR	LOW PRESSURE SIDE

STAL HAS STANDARDIZED ON <u>30 BAR</u>

⇕

LARGE MARGIN AGAINST UNWANTED OPENINGS OF SAFETY VALVES.

SHAFT SEALS

CARBON /STEEL ⟶ TUNGSTEN CARBIDE/TUNGSTEN CARBIDE

O-RINGS

DEVELOPMENT PROGRAM

PACKING MATERIAL

ASBESTOS
TESTING IN COOPERATION WITH ASEA-STAL

DESIGN REVISION ON FACTORY BUILT UNITS

SERVICE ⟷ LEAKAGES

FLANGES	→	WELD !
TUBE FITTINGS	→	SOLDER !
DRAINING PLUGS FOR PRESSURE TESTS	→	WELD TIGHT !
OIL DISTRIBUTION TUBES	→	BORED CHANNELS IN COMPRESSOR HOUSING
SIGNAL PRESSURE TUBES IN COPPER	→	STEEL TUBING
SMALL SAFETY VALVES	→	NEW STAL DESIGN

ELIMINATE CONTINUOUS LEAKAGE

PRODUKT/
TILLVERKNING

ANLÄGGNINGS-
TEKNIK/
INSTALLATION

DRIFT

FRÅGOR

Knut–Erik Madsen: Lagstiftarnas teori är att Norden som föregångsländer får en konkurrensfördel, men vad vi hört av tillverkarna tycks detta inte vara fallet.

Gustav Lorentzen: Betänk att freonblåst isolering har bättre isoleringsförmåga. En sämre isolering ger en högre energiförbrukning, vilket leder till större energiproduktion som i sin tur bidrar till drivhuseffekten. "Djävulen utdrivs med Belsebub"!

Per–Erling Frivik: Boldvig rekommenderade i sitt inlägg en genomgång av det internationella protokollet. I Samuelsens inlägg fick vi höra vilka problem små firmor som konkurrerar på världsmarknaden står inför. Det är viktigt att ta reda på konsekvenserna av en forcerad reduktion och ta hänsyn till de problem som kan uppstå. Dessa frågor bör vara lösta innan detaljreglering sker.

Anders Lindborg: Det har hänt mycket med isoleringar. Vi har lärt oss mycket annat inom det området som vi får nytta av nu.

Lars–Olof Glas: Polyuretanisolering är diffusionstätare, vilket gör att ledningen håller längre, då fukten inte kommer in.

3.9 Brukarens synpunkter på möjliga/nödvändiga omställningar

Knut–Erik Madsen

NORDISK SEMINAR OM KFK - PROBLEMET
INNEN KJØLE- OG VARMEPUMPETEKNIKKEN

Chalmers 3. og 4. mai 1988.

"Brukerens erfaringer og synspunkter
på KFK - problemet i varmepumper"

av

Overing. Knut-Erik Madsen
Oslo Lysverker

VARMEPUMPER I FREMTIDIG FJERNVARMENETT

Oslo Lysverker er ingen stor fjernvarmedistributør. Til våre abonnenter leverte vi i 1987: 8100 GWh el
370 GWh fjernvarme.

Det er i energiplanen forutsatt at fjernvarme skal utbygges til en leveranse på ca. 1500 GWh.

Energikildene skal være:

Spillvarme fra kraftvarmeverk	ca.	506 GWh
Spillvarme fra avfallsforbrenning	ca.	480 "
Produksjon fra varmepumpe	ca.	200 "
Produksjon fra olje, tilf.kraft	ca.	314 "
TOTAL fjernvarmeleveranse	ca.	1500 GWh

Kraftvarmeverk i Oslo vil sannsynligvis være avhengig av at naturgass blir ledningsført til Oslo. Blir kraftvarmeverk ikke bygget, vil målet for fjernvarmeutbygging bli redusert tilsvarende (dvs. til ca. 1000 GWh).

Ut ifra en antatt driftstid på ca. 4-5000 timer, vil installert varmepumpeeffekt bli ca. 40-50 MW. Varmepumpene vil hente sin energi fra kloakk, industriell spillvarme og sjøvann. Det er sannsynlig at det vil bli levert fjernkjøling til lokale områder rundt enkelte av varmepumpeinstallasjonene.

Oslo Lysverker er derfor opptatt av at kjølemedier i varmepumpeanlegg ikke forhindrer oss i å følge den utviklingsbane for ressursutnyttelse vi har lagt opp til. Det er mange nok vanskeligheter fra før, som f.eks. finansiering, lave oljepriser, økende elpriser, introduksjon av naturgass osv. Skal vi nå i tillegg få problemer med miljøspørsmål omkring varmepumper, kan det bli tungt å få slike anlegg besluttet.

ERFARINGER FRA DRIFT

Oslo Lysverker har en varmepumpe på ca. 2,1 MW i drift i forbindelse med fjernvarmeanlegg. Anlegget trekker varme ut av urenset avløpsvann (kloakk). Anlegget benytter R12. I løpet av året vil vi sette i drift et seriekoplet R12-R114-anlegg med en varmeavgivelse på ca. 450 kW. Dette anlegg benytter avtrekksluft og transformatorolje som varmekilde, og er et rent forsøksanlegg.

Anlegget vi har i drift på Skøyen Vest , har forbrukt svært meget R12. Det er spesielle årsaker til at forbruket er så høyt:

- montasjen av anlegget som er i fjell, ble utført med høy fuktighet (lekkasje fra fjellet), urene omgivelser (parallellt foregikk bygningsarbeider, el.installasjoner etc.), utilfredsstillende lys, osv.

- driftsforholdene med urenset kloakk som varmekilde ga mange driftsstanser, og gjør at mange komponenter er utsatt for korrosjon, vannsprut etc.

Tabellene viser forbruket av R12 og hovedårsak. (Anleggets totalfylling er ca. 3000 kg.)

År	Dato Mnd.	Forbruk i kg	Årsak
85	01.03.		Overlevering
	29.03.	455	Bytte rotor
	01.04.	495	Ventil v/fordamper utett
	16.04.	520	---- " ----
	23.05.	325	---- " ----
	23.10.	260	Lekkasje i kjølerør til el. motor
86	12.05.	130	Knust seglass oljeutsk.
	05.06.	390	Lekkasje topplokk på oljeutskiller
87	27.03.	360	Lekkasje høytrykksrør
	05.09.	1000	Skifte av sleide
	08.09.	1000	---- " ----
	21.12.	310	Lekkasje høytrykksrør
88	05.02.	280	Ventil v/oljeutskiller
	18.02.	280	---- " ----

Et så høyt forbruk av kjølemedium vil også virke inn på de service- og vedlikeholdsutgifter man må forvente fra varmepumpeanlegg. F12 koster for oss ca. 35,- Nkr./kg, og vi brukte med andre ord nesten 100 000,- Nkr. i 1987 til R12.

TILTAK FREMOVER

Det er bittert å betale så meget for å erstatte tapt R12, når vi vet at store deler av dette kunne vært unngått om alle impliserte hadde utvist den nødvendige ansvarsbevisst-het og kvalitetsbevissthet. Vi vil etter de erfaringer vi

nå har, forsøke:

- ved innkjøp av nye anlegg å få lekkasjegaranti.

- ved kontrakter om reparasjoner/service å la leverandøren være økonomisk ansvarlig for tapt kjølemedium.

- ved en eventuell autorisasjon av kjølefirmaer å få medtatt at firmaer som "mister" kjølemedium kan miste autorisasjon.

Det er viktig for oss som brukere at firmaer som har/får autorisasjon er "de beste". Autorisasjon må ikke bare gi firmaene muligheter til å ta høyere priser ved å svekke konkurransen. I enkelte andre bransjer har autorisasjon stort sett bare ført til svekket konkurranse og høyere priser for brukerne.

I disse dager trekker vi opp investeringsplaner for årene fremover, og vi er sterkt i tvil om, og i hvilken grad vi skal investere i varmepumper.

Vi forventer at det vil bli høye avgifter for å etterfylle anlegg med KFK. Dette ut ifra prinsippet om at: "Den som forurenser skal betale". Hvordan myndighetene velger å "straffe" lekkasjer økonomisk er vi tvil om, men offentlige myndigheter har aldri vist tilbakeholdende fantasi på dette punkt.
Avgiftene kan:

- legges på hver kg man trenger for etterfylling. (Dette prinsipp vil nok føles urettferdig for eiere av store anlegg. Det å skille mellom nyanlegg og etterfylling kan åpne for et "svart" marked for KFK).

- legges på hver prosent av siste 12 mndrs. forbruk over en gitt grenseverdi. Prosenten utregnes som månedlig etterfylling i forhold til anleggets fylling. (Dette prinsipp vil gjøre det lønnsomt å oppgi høy totalfylling på anlegget. Ved å "dele" etterfylling på flere anlegg, kan avgift unngås).

Det kan tenkes flere prinsippielle måter å avgiftsbelegge KFK-lekkasje, men ut ifra vår erfaring med varmepumper, må vi regne med å bli "straffet" økoomisk pga. KFK-lekkasje. Vi kan muligens også risikere at anlegget stenges.

KFK I FORHOLD TIL ANDRE UTSLIPP

Varmepumpe i fjernvarmeanlegg vil erstatte oljeforbruk. Oljeforbrenning gir SO_2, NOx, CO_2, sot og tungmetaller som utslipp. Varmepumpe gir KFK-utslipp. Vi er i tvil om hvordan forurensningsmyndighetene vil klassifisere f.eks. SO_2-utslipp i forhold til KFK-utslipp. I en utredning vedrørende forbedring av miljøet i Oslo, har Statens

Forurensningstilsyn uttalt at det å redusere 1 tonn SO_2 i utslipp er likeverdig med en reduksjon på 10 tonn NOx (gjelder totalutslipp - ikke lokale forurensningskonsentrasjoner). En utvidet skala hvor de vanlige forurensningskomponentene (inkl. KFK) er "verdisatt" i forhold til hverandre, vil gjøre det enklere å velge mellom energiprosesser:

- søppelforbrenning i forhold til oljeforbrenning?
- naturgass i forhold til varmepumper?
- hvor godt må avfallsforbrenning renses for å bli likeverdig med varmepumper?
  osv.

KONKLUSJONER

Oppsummert føler jeg at situasjonen for OL er som følger:

- varmepumper er en energieffektiv prosess med muligheter for nye energimarkeder (fjernkjøling).

- lekkasje og etterfylling av kjølemedium må påregnes.

- økonomisk må man regne med å betale høy pris i form av avgifter for etterfylling.

- kun leverandører som er villige til å gi garantier ved leveranse og service kan brukes.

- varmepumpens "miljøvennlighet" må belyses ved at forurensningskomponenter rangeres tallmessig.

Vi har ennå ikke trukket noen endelige konklusjoner ut ifra denne situasjonsbeskrivelse, men nye kjølemedier, høytrykksvarmepumper etc. vil kun gi avklaringer i positiv retning for varmepumper.

FRÅGOR

Bernt Bäckström: Intressant med en sammanvägning mellan olika miljölaster.

Arne M. Bredesen: Viktigt att få fram användning av värmepumpar som en miljövänlig teknik. Minskningen av CO_2 blir varje år 500 000 ton vid användning av värmepumpar i Norge (1.2 TWh/år).

4. KARTLÄGGNING OCH PRIORITERING AV KORT– OCH LÅNGSIKTIGA ÅTGÄRDER

4.1 Redovisning av grupparbete

GRUPP 1	GRUPP 2	GRUPP 3	GRUPP 4
Preben Munther	Marine Högberg	Petter Nekså	Eric Granryd
HJ Høgaard-Knudsen	Flemming Boldvig	Knut Erik Madsen	Per Danig
Risto Tarjanne	Per Henrik Pedersen	Aslak Larjo	Sv. E Thuesen
Gustav Lorentzen	Erik Carlsen	Hans T. Haukås	Eli Vike
Bernt Bäckström	Thore Berntsson	Per Samuelsen	Sæbjørn Røsvik
Anders Lindborg	Björn Dahlroth	Yngve Johansson	Lars-Olof Glas
	Bengt Lundqvist		Lennart Vamling
SAL A2	SEM.RUM 2002	SEM.RUM 2003	SEM.RUM 2004

1) Vilka positiva åtgärder/möjligheter ser Du i dagens CFC–situation?

Grupp 1

* Kan medföra auktorisation
* Ökat samarbete
* Ingen omöjlig situation
* Bättre teknologi
* Nytänkande krävs
* Konkurrensfördel för duktiga
* Bättre anläggningar + underhåll
* Nyvärdering av köldmedier
* Branschen får ökad uppmärksamhet
* Ekonomisk möjlighet till bättre standard
* Möjlighet till FoU–medel
* Ut ur kommersiell låsning
* Branschens kvalitetsnivå ökas
* Ger publicitet
* Stimulerar internationell miljödebatt
* Bättre anläggningar för användaren
* Utveckling av nya processer
* Generell förbättring av utbildningsnivå

Grupp 2

* Ökat intresse för köldmedier och forskning
* Allmän kunskapsuppbyggnad i branschen
* Ozonproblemet gör förståelse för fackliga kvalitetskrav
* Etablera globalt avtal om begränsing osv
* Pågående FoU kring alternativ till CFC
* Montreal–protokollet blir ett generalprov för andra globala avtal
* Ny/gammal teknik undersöks (igen)
* Tvingar fram ny, bättre, billigare teknik
* Bättre och mer ekonomiskt utformade system
* Branschen ges underlag för nytänkande
* Gemensam FoU kring nya medier
* Möjligheterna i ett kort perspektiv, projektering, installation, drift m m
* Myndigheter, industri och forskning löser problem tillsammans
* Norden kan få ledande ställning inom ny teknik
* Ökad förståelse för miljöteknikens komplexitet
* Möjligheter till nordisk export av ny teknik
* Utnyttjande av högteknologisk kunskap
* Korrigering av svagheter i branschen
* Kommande nordiskt och internationellt samarbete
* Stor utmaning för forskningsinst.
* Forskningen skjuter ny fart
* CFC–debatten samlar branschen
* Om köldmedieproblemen löses nu, får branschen försprång och kan utvecklas fritt

Grupp 3

* Branschen kan höja sin image/nivå
* Stimulera utveckling inom branschen (produkter/applikationer)
* Gamla medier kan få sin renässans
* Köldmedieproduktion ⇒ arbete i kylbranschen ⇒ ökad sysselsättning
* Allmän höjning av kvalitetsnivån
* Generell höjning av den tekniska nivån
* Samlar alla delar av branschen
* Miljöfrågor på dagordningen
* Branschen kommer fram i offentligheten
* Val av köldmedium kommer i fokus
* Renässans för NH_3
* Ökade krav på kvalitetssäkring
* Ökat miljömedvetande hos utövare/aktörer
* Reducerat slöseri av CFC
* Möjligheter att göra bättre anläggningar
* Tvingar oss att tänka
* Ger möjlighet att pröva nya lösningar
* Många positiva aspekter

Grupp 4

* Bryter invanda tankemönster
* Kvalitetshöjning i design och utförande
* Använda erfarenheter till optimala tekniska lösningar
* Lågtemperatur – värmesystem kommer att framtvingas
* Ökat medvetande vid användning av dagens utrustning
* Ökat samarbete
* Bättre underhåll – mer ekonomisk drift
* Vitalisering
* Initierare – vilka är de **verkliga** kraven på arbetsmedier
* Befrämjar nyutveckling
* Initierare av internt samarbete
* Större användning av NH_3
* Frivillig minskning av CFC
* Möjligheter till bättre medier ur termodynamisk synvinkel
* Kan ge nya, bättre medier
* Framtvingar bättre utbildning av montörer och underhållspersonal
* Kontaktskapande
* Förbättrad drift, service och underhåll
* Utveckling av nya medier
* Bättre utförande och montage framtvingas
* Bättre konstruktioner – lägre underhållskostnader
* Fokusering på kyl– och värmepumpbranschen
* Ökat ansvar på alla nivåer
* Befrämjar nationella och internationella normer

2) **Vilka problem ser Du?**

Grupp 1

* Kostar pengar
* Politiska överbud
* Medför negativ inställning till VP
* Mycket pengar om det blir en snabb omläggning
* Uppblåsning i media, hysteri, politisering + kontroll ....
* Problem vad gäller isoleringsmaterial
* Firmor och anställda i fara
* Nervös för framtida krav (reducerad försäljning)
* Ensidig satsning på CFC
* Totalvärdering (CFC ⇔ ozon) drivhus
* Tidspress kan medföra ökade problem
* Okvalificerad kontrollbyråkrati
* Personal till utbildning
* Regler/kontroll som inte kan kontrolleras eller värderas måste undvikas

Grupp 2

* Risk för bristande öppenhet för nya/gamla lösningar i olika applikationer
* Självgodhet
* Nationella krav reducerar möjlighet till global enighet
* Myndigheternas snabbhet med förbud, normer och riktlinjer
* Ouppklarade faktorer i CFC–problematiken
* CFC används som politiskt verktyg
* Norden kan hamna i ett "blindspår" internationellt sett
* Problem med överföring av existerande kunskap till nya applikationer
* Konfrontation myndighet – industri

Grupp 3

* Hur undgå konkurrensvridning i branschen/till andra branscher
* Hur undgå att barnet kastas ut med badvattnet (CFC)
* Hur undgå dåliga lösningar
* Hur undgå att branschen råkar illa ut (lider)
* Hur undgå att byta till mindre miljövänliga lösningar
* Hur se helheten i problemställningen (miljöproblem – energi) "Förorening per kWh)
* Hur undgå att VP–tekniken dör på grund av bristande lönsamhet
* Hur montera NH_3–anläggningar på Schøyen Vest
* Hur få nya medier accepterade

Grupp 4

* Nya medier utvecklade av människan ⇒ Påverkan på människan, miljön
* Olika ståndpunkter ger risk för handelssvårigheter
* Ev brist på överblick över situationen och möjligheter (politik – business)
* Nya medier kan senare visa sig skadliga
* Dåliga lösningar på CFC–reduktionen på grund av tidspress
* Högre anläggningskostnader
* Obalanserad politik
* Risk för permanentande övergångslösningar
* Fara för ökad energiförbrukning
* Risk för att man inte hittar de bästa alternativa köldmedierna först
* Restriktioner för CFC reducerar VP–användning och ökar därmed andra föroreningar
* Risk för att patent och monpol kan hämma utvecklingar
* Dåliga köldmedier – termodynamiskt sett ....
* Hastverk kan ge marknad för "fel" medium
* Dålig driftssäkerhet på kort sikt
* Ansträngd verksamhet – ekonomi
* Fokusering på CFC hämmar övrig utveckling
* Snabbt byte av medier ger upphov till brist på erfarenhet
* Ökad säkerhetsrisk?
* Kapitalförstöring om förbud
* Ökad byråkrati; dyr kontroll och hantering

3) ÅTGÄRDER SOM ÄR VIKTIGA ATT ARBETA VIDARE MED

Grupp 1

1 Nordisk kjøleteknisk + VP förening med **fast** sekretariat
   - Utbildning
   - PR
   - FoU
   - Offentliga myndigheter

2 Saklig information till politikerna
3 Demonstrationsanläggning
4 Bättre utbildning + rekrytering
5 Information till samlad offentlighet
6 Reduktion av fyllning
7 Sanering av diskussion + krav på rimliga dimensioner
8 Global koordinering
9 Insats för lösning av kylisoleringsproblem
3a Demonstrationsanläggning snabbt (NH_3)
10 Systematik i att följa CFC–förbrukningen (statistik)
11 Rekommendationer för utbyte av aggressivt CFC till alternativ

12 Igångsättning av långsiktig FoU

13 $\dot{m}_1$ (t) → ↑ $\dot{m}_2$ (t) [?]

kontroll

14 Formulering av regler för genomförande (nya + gamla)
15 Ökad utbildning
16 FoU i alternativa köldmedier + processer
17 Metoder för destruktion av kylskåp m m (isol.material)

Grupp 2

(3) Nordiskt samarbete kring "state and transport properties" för nya medier och blandningar
1 Teoretisk kompetenshöjning på alla nivåer
2 Anslutning till Montreal–protokollet från **samtliga** nordiska länder
3 Samordnad FoU om CFC–alternativ
4 Nordiskt samarbete om skum/elektronik/haloner
5 Likartade riktlinjer inom Norden
6 Riktig och förnuftig information till allmänhet och beslutsfattare
7 Nordiskt samarbete om experiment– och demonstrationsanläggningar
8 Ställa täthetskrav
(5) Bransch och myndighet samordnar kylnormen (med hänsyn till EG)
(7) Samordnat experimentbyggande för CFC–alternativa tester i fullskala
9 Etablering av arktiskt ozonmätningsprogram
(9) Information och värdering av ozonmätningar
(5) Normer för uppsamling när marknaden kommer i gång
10 Nordisk informationskanal för experiment– och demonstrationsanläggningar, konstruktionsutförande
11 Införa loggböcker för anläggningar
(3) Samordning av FoU i Norden
(1) Speciell utbildning av förvaltn./drift/service och underhållspersonal inkl auktorisation
12 Utveckling av destrueringsmetoder för CFC (bl a CFC i PU–skum)
(5) Samma regler för halvt halogeniserade medier i blandningar
13 Få tillbaka yrkesstolthet
14 Konstruera anläggningar med mindre fyllning utan att gå på indirekta lösningar
15 Kartläggning av freonvägarna

Grupp 3

1 Ansvarig auktorisationsordning
2 Internationell samordning av regler/standard/åtgärder
3 Koncessionsordning för CFC–anläggningar
4 Öka branschkunskapen om NH_3
5 Internationella trycknormer för CFC–anläggningar
6 Krav på auktorisation
7 Värdering av NH_3 som medium för några typiska R12–områden
   – Normer, regelverk
   – Tekniska lösningar
   – Ekonomiska kalkyler
   – Behov av forskning?
8 Kartläggning av orsaker till CFC–utsläpp genom att intervjua montörer och maskinister

9 Konsekvensanalys av norsk/svensk/finsk reduktionsplan (negativa/positiva effekter)
10 Fånga upp internationella tendenser
11 Anpassning och utveckling kring nya medier (R134a, R1.....)
12 Metoder för läckagesökning/läckagevarning
13 Förbättra skolning och information på alla nivåer
14 Auktorisation av installation och service
15 Förbättrad konstruktion (VV– mindre volymer, bättre ventiler, bättre dimensionering)
16 Upplärning av "Freon–hund"
17 Krav på CFC–lukt
18 Tillsats av NH_3 i CFC–anläggningar
19 Kartlägga konsekvenser/effekter av forcerad reduktion
20 Lösa "problemen" man ser idag genom att använda NH_3 i större utsträckning
21 Kartlägga konkreta problem de olika verksamheterna/brukarna står inför

Grupp 4

* Snabbt få reda på och utbyta erfarenheter ⇒ ny/omkonstruktioner, normer
* Harmonisering av normer för konstruktion och utförande i Norden
* Nordisk handlingsplan koordinerad med internationella åtgärder
* Politisk påverkan/press på stora nationer (internationellt). Regeringsplan.
* Harmonisering av auktorisationsbestämmelser inom Norden
* Undersök NH_3 som ersättning för CFC–12 (nya och existerande anläggningar)
* Former för stimulans av "CFC–snål" service + returmarknad
* Noggrann värdering av **alla** möjligheter till nordiskt + internationellt samarbete
* Gemensam manifestation från kyl– och VP–branschen i Norden till regeringarna
* Kartläggning av CFC–22 som alternativt köldmedium (frikänt)/som ersättning
* Utveckling av lågtemperatur–värmesystem
* Samordningsplan för nordisk forskning
* Konstruktion och underhåll för minimalt utsläpp
* Utveckla läckagesökningsteknik från "konst" till rutin
* Sprida CFC–medvetande till alla nivåer
* Gemensam nordisk publikationsserie (om CFC)
* Vidareutveckling av komponenter och utrustning för att öka användningen av NH_3
* Informera allmänheten om CFC:s verkliga risker
* FoU om nya mediers egenskaper i och utanför system
* Bättre utbildning av montörer

Gemensam manifestation från kyl– och VP–branschen till Nordens regeringar:

1 Förhållningsregler på kort sikt för reduktion av CFC–utsläpp, konstruktion, underhåll m m
2 Sträva mot harmonisering av regelverk och utbildning som ger auktorisation
3 FoU om NH_3, R22 och nya mediers egenskaper i och utanför system

Skapa förtroende: **Rivstart** för CFC–reduktion

4) PRIORITERADE ÅTGÄRDER FRÅN DE OLIKA GRUPPERNA

Grupp 1

* Global koordination
* Demonstrationsanläggningar snabbt (NH_3)
* Bättre utbildning + rekrytering
* Sanering av diskussionen + krav på rimliga dimensioner
* Saklig information till politikerna

Grupp 2

* Samordnat FoU om CFC–alternativ
* Likartade riktlinjer inom Norden
* Teoretisk kompetenshöjning på alla nivåer
* Nordiskt samarbete kring experiment– och demonstrationsanläggningar
* Utveckling av metoder för destruering av CFC (bl a CFC i PU–skum)

Grupp 3

* Värdering av NH_3 som medium för några typiska R12–områden
  - Normer, regelverk
  - Tekniska lösningar
  - Ekonomiska kalkyler
  - Behov av forskning?
* Metoder för läckagesökning/läckagevarning
* Kartlägga konkreta problem som de olika tillverkarna/brukarna står inför
* Ansvarig auktorisationsordning
* Internationell samordning av regler/standard/åtgärder

Grupp 4

* Gemensam manifestation från kyl– och VP–branschen till Nordens regeringar
  1. Förhållningsregler på kort sikt för reduktion av CFC–utsläpp, konstruktion, underhåll m m
  2. Sträva mot harmonisering av regelverk och utbildning som medför auktorisation
  3. FoU om NH_3, R22 och nya mediers egenskaper i och utanför system

  Skapa förtroende: **Rivstart** för CFC–reduktion

Vid diskussionen kom man fram till följande **kortsiktiga handlingsplan:**

1. Bildande av nordisk expertgrupp för kyla
2. Bearbeta materialet från seminariet
3. Behandla på mötet 18.08.88 i Oslo
4. **Ansökan** till **Nordisk Ministerråd**

   Kyla/VP – nordiskt satsningsområde
   Pressrelease
   Skaffa pengar!

5 FoU–SITUATIONEN I DE NORDISKA LÄNDERNA

5.1 Pågående och planerad högskoleforskning

H.J. Høgaard–Knudsen

Inga overhead.

Pågående forskningsprojekt, Danmark:

* Matematiska modeller för kompressor–förångare
* Simulering av anläggning med generella modeller där kylmedia ingår via egenskaperna
* Mätningar av förångar–, kondensations– och tillförd effekt (via moment) på kompressions–kylanläggning. Via mediadata fås också volymetrisk verkningsgrad. Anläggningen kan också användas till nya media om materialen tål dem
* Mätning av värmeöverföring i rör
* Utveckling av förångarstyrning

Risto Tarjanne

..ORDISKT CFC SEMINARIUM
Göteborg 3.-4.5.88

ALTERNATIV TILL CFC-KYLSYSTEMER

HÖGSKOLEFORSKNINGEN I FINLAND

Antero Aittomäki
Tammerfors tekniska högskola

ALLMÄNT

Av finansieringskäl har den forskningen, som berör eller tangerar kylteknik, utförts huvudsakligen med energiforskningsmedel. Därför har den koncentrerat sig på värmepumpar och speciellt deras tillämpningsmöjligheter på olika områden. Forskningssamarbete med industrin har begränsat sig till några diplomarbet. Industrin har inte haft resursser att satsa på långsiktiga och vida riskfulla projekter. Intresse för värmepumpar har snabbt minskats med minskade energipriser. Värmepumpforskningen har ändå producerat också på kylinstallationer tillämpbara resultat.

PÅGÅENDE FORSKNING

Icke-atseotropa kylmedieblandningar

Målsättningarna. Möjligheter att förbättra värmefaktorn med binära kylmedier med vätske- och luftförångaren.

Genomförandet. I vårt laboratorium byggdes en speciell anläggning (enligt figur 1) för att utföra mätningar med några kylmedieblandningar. Med vätskeförångaren var testade blandningar R12/R13B1 och R22/R114. På grund av tidigare tester, för luftförångaren väljdes bara R22/R114.

Resultat. Det allmänna resultatet var, att det är inte möjligt att förbättra värmefaktorn märkbart i de temperaturområden av normal kylinge och rumsuppvärmningsbruk. Men blandningarna fungerade väl oavset expansionsventilen och vätskefördelaren. Vi måste utveckla speciella lösningar för att få en jämn vätskefördelning och stabil reglering av överhettning. På grund av försök kan som slutsatsen dras, att lämpliga binära kylmedier kan ersätta nuvarande rena kylmedier och i existerande anläggningar. Mer arbete krävs dock för att upptäcka de medier och blandningar, vilka är tillräckligt ofarliga och säkra som kylmedier.

Simulering av absorptionsvärmepumpar

Målsättningen är att åstadskomma en flexibel modular statisk simuleringsmodel för olika typer av absorptionsvärmepumpar.

Genomförandet. Systemet består av separata subprogrammer enligt figur 3. Var och en karakteriserar en komponent med ekvationerna, som är energi- och stoffbalanser och tillståndsekvationer av mediepa- ret. Så får man ett icke-lineärt ekvationssystem - olik för varje koplingsalternativ -, som löses med en iterativ process (Newton- Raphson). Det är möjligt att använda komponentmodeller av tre nivå:

1. Modellerna, som baserar på sätt temperaturdifferensen mellan strömmarna (figur 4).

2. Modellerna baserade på den logaritmiska medeltemperaturdifferensen, ytstorleken och värmeövergångstal (figur 4).

3. Detaljerade modeller för falling-film värmeväxlarna.

Meningen är att utvidga programmet för installationer med flera steg.

Metanol/zeolit-värmepump

Målsättningen är att studera egenskaper av medieparet metanol och zeoliter för att åstadskomma en periodisk absorptionsvärmepump eller kylmaskin.

Innehållet. Vi har mätt adsorptions- och diffusionsegenskaper av några zeolittyper Vi har också byggt en enkel prototyp (figur 6) för att testa grundprocessen och jämföra en numerisk modell med mätningsresultat. Modellen kan beskriva adsorptions- eller desorptionsprocess i en cylindrisk behållare (figur 7).Med numeriska modeller har också studerats möjligheter att förbättra värmeöverföring i zeolitbädden. En ny kalorimeter för noggrannare adsorptionsvärmemätningar är under byggandet (figur 8).

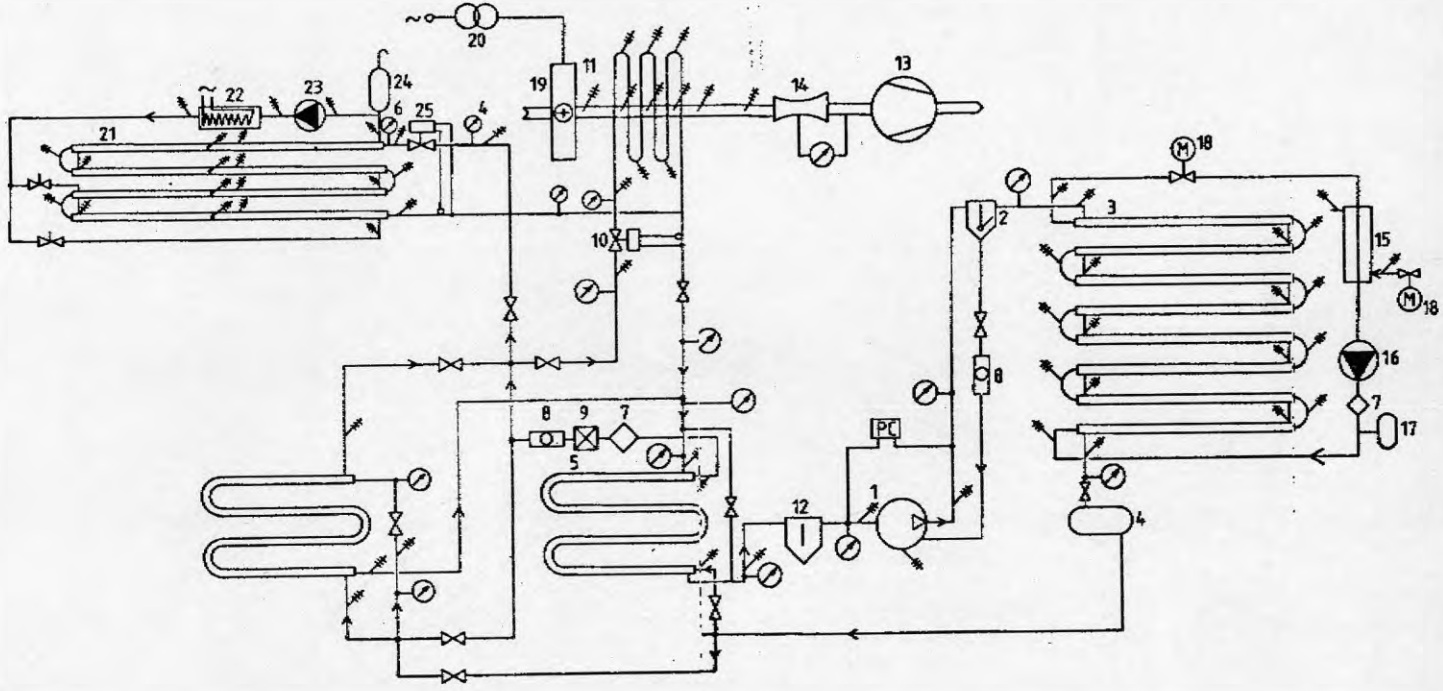


FIG. 1.

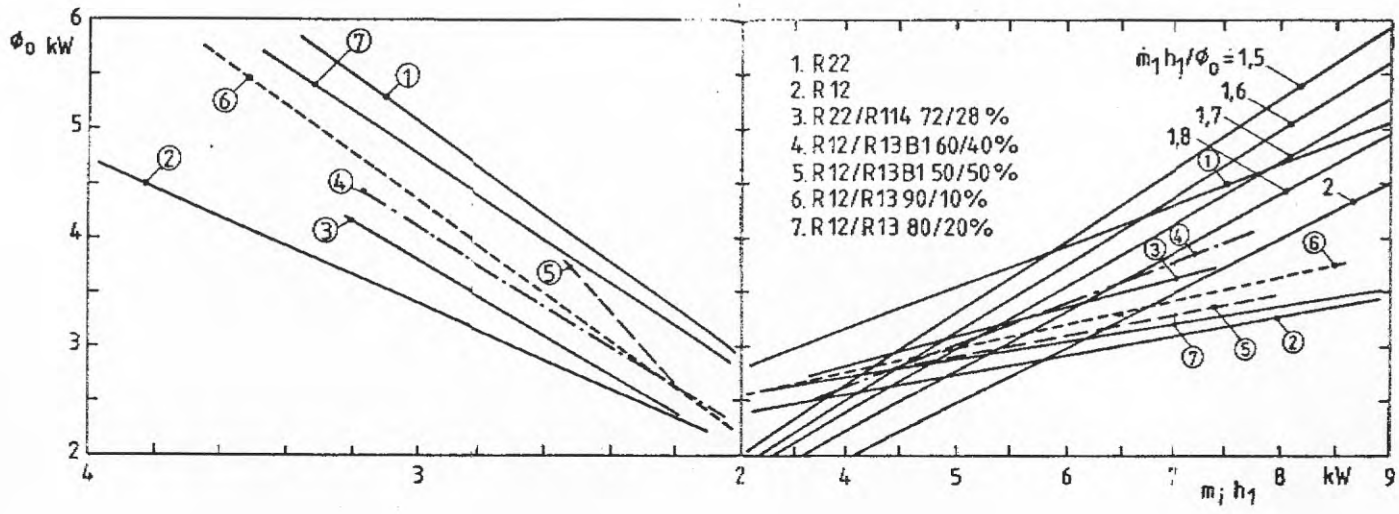
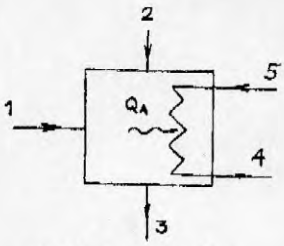

Φ_0 kW
6
5
4
3
2
4
3
2
4
5
6
7
8
kW
9
$m_i h_1$
1. R22
2. R12
3. R22/R114 72/28 %
4. R12/R13B1 60/40%
5. R12/R13B1 50/50 %
6. R12/R13 90/10%
7. R12/R13 80/20%
$\dot{m}_1 h_1/\Phi_0 = 1,5$
1,6
1,7
1,8
2

FIG. 2.

ABSORBER



1 absorbate vapor
2 strong solution
3 weak solution
4 coolant in
5 coolant out

1. Black-box model

Equations:

mass balance	$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 - \dot{m}_3 = 0$
energy balance	$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 - \dot{m}_3 h_3 - \dot{m}_4 c_p (t_5 - t_4) = 0$
heat transfer	$t_3 - t_4 - \Delta t_A = 0$
thermodynamic equilibrium	$x_3 - f(p, t_3) = 0$

Parameters:

temperature difference	Δt_A
coolant temperature	t_4
coolant mass flow	$\dot{m}_4$
type of coolant	

2. NTV-model

Equations:

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 - \dot{m}_3 = 0$$
$$\dot{m}_1 h_1 + \dot{m}_2 h_2 - \dot{m}_3 h_3 - \dot{m}_4 c_p (t_5 - t_4) = 0$$
$$\dot{m}_4 c_p (t_5 - t_4) - UA[(t_2 - t_5) - (t_3 - t_4)]/\ln[(t_2 - t_5)/(t_3 - t_4)] = 0$$
$$x_3 - f(p, t_3) = 0$$

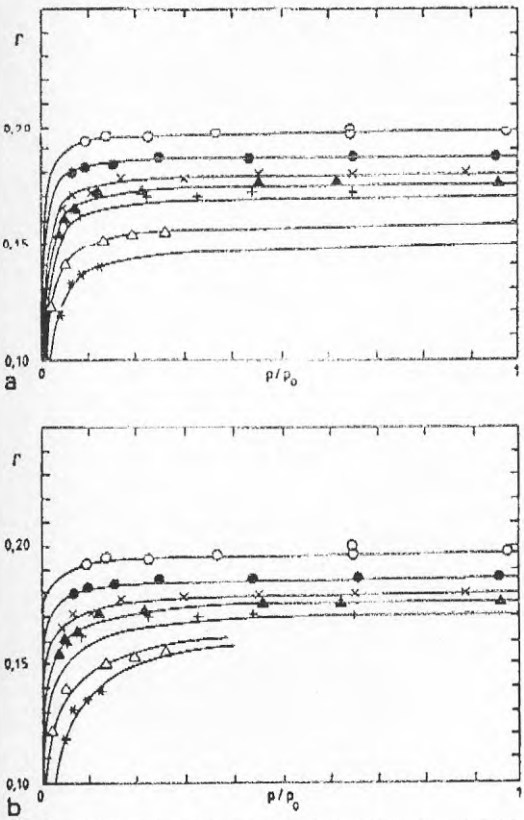
Parameters:

Overall heat transfer coefficient - surface area UA
t_4, $\dot{m}_4$, type of coolant

3. Difference-model

Parameters dimensions

water input temperature
water mass flow
water pressure
number of the calculation steps
heat transfer coefficient, solution
heat transfer coefficient, water vapor
mass transfer coefficient



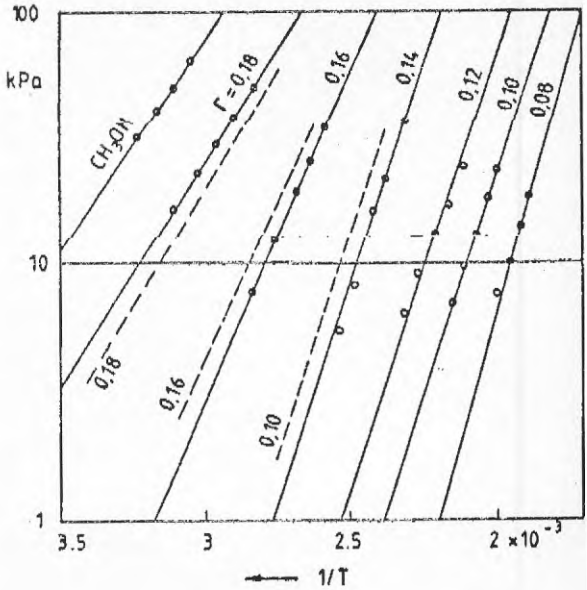


Figure 2 Methanol adsorption isotherms on zeolite 13X correlated with (a) Langmuir model and (b) potential theory. Temperature: ○, 17.5°C; ●, 25°C; ×, 32.5°C; ▲, 40 C; +, 47.5°C; △, 60 C; *, 80°C

Figure 2 *Isothermes d'adsorption de méthanol sur le zéolite 13X correlé avec (a) le modèle de Langmuir et (b) la théorie du potentiel. Température: ○, 17,5°C; ●, 25°C; ×, 32,5°C; ▲, 40°C; +, 47,5 C, △, 60 C; *, 80°C*

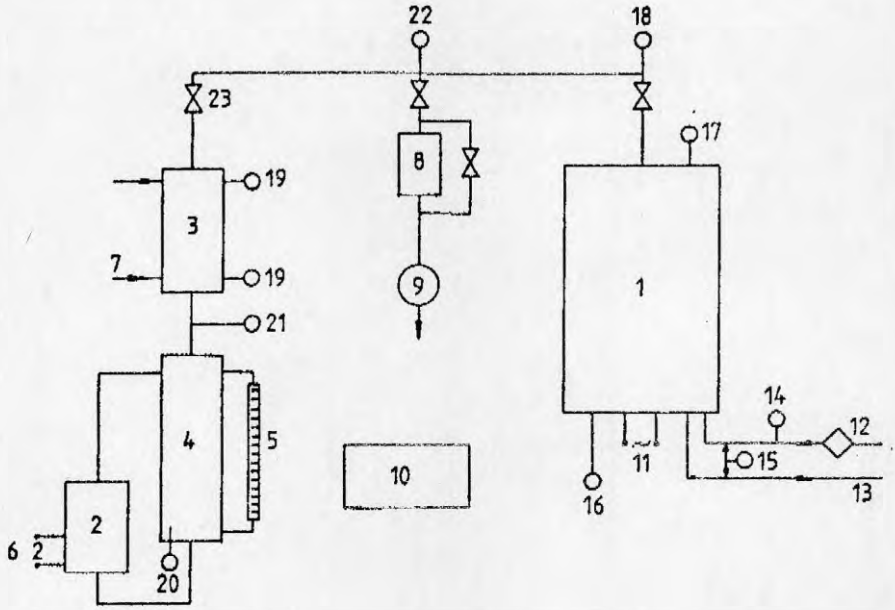
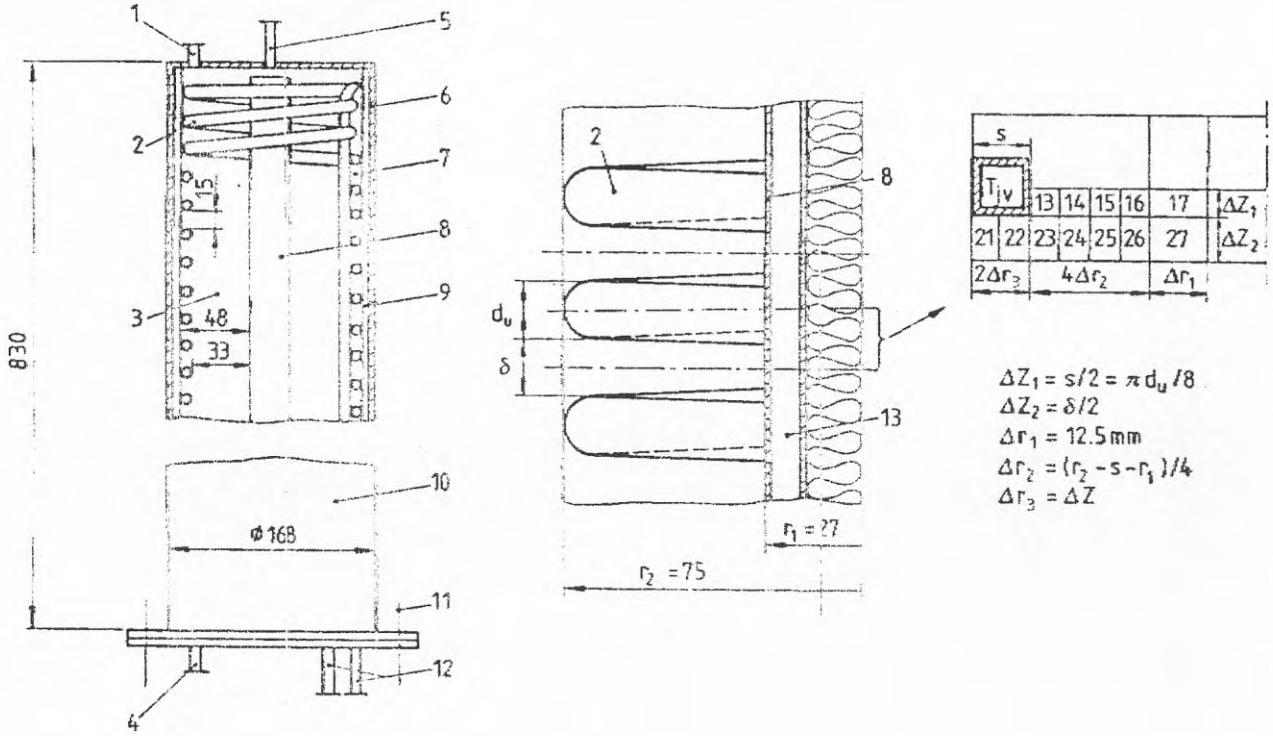

22
18
23
17
8
19
3
7
19
9
1
21
14
12
4
5
10
11
15
16
13
2
6
2
20

FIG. 8.


1
5
6
2
7
15
8
9
3
48
33
830
10
Φ168
11
12
4
2
8
d_u
δ
13
$r_1 = 27$
$r_2 = 75$
s
T_{jv}
13 14 15 16 17
ΔZ_1
21 22 23 24 25 26 27
ΔZ_2
$2\Delta r_3$
$4\Delta r_2$
Δr_1
$\Delta Z_1 = s/2 = \pi d_u/8$
$\Delta Z_2 = \delta/2$
$\Delta r_1 = 12.5\,mm$
$\Delta r_2 = (r_2 - s - r_1)/4$
$\Delta r_3 = \Delta Z$

Per-Erling Frivik

FoU-SITUASJONEN I NORGE

KFK-forskning er mer enn R134a. Den kuldetekniske bransjen står idag overfor en gedigen snuoperasjon. Flere av de mest brukte kuldemediene vil forsvinne fra markedet i løpet av relativt kort tid. Dette gir unike muligheter for utvikling av teknisk og økonomisk optimale løsninger for systemene som kommer til erstatning. For å oppnå dette kreves kulde- og varmepumpe-teknisk kompetanse i vid forstand. Foruten data for alternative arbeidsmedier kreves prosesstilpasning, komponentutvikling og utvikling av akseptable totalsystemløsninger. Til slutt kreves oppfølging av prototyp- og demonstrasjonsanlegg.

Norges forsknings- og utviklingsarbeid innenfor området utføres i all hovedsak ved Divisjon Kulde i Trondheim (se presentasjon i vedlegg).

Kuldes KFK-relaterte aktivitet idag finnes hovedsaklig innenfor:

* Databaserte simuleringsverktøy
  - Prosess
  - Fordampere
  - Prosessforløp i skruekompressorer

* Komponenter
  - Kompressorer, måling av leverings- og virkningsgrader
  - Fordampere
    - varmeoverføring/trykktap
    - redusert kuldemediefylling
    - effektivisering

* Termofysiske- og varmeovergangs-data
  - Enkomponent - knyttet til komponenter/systemer
  - Zeotrope blandinger (varmepumpe- og LNG-området)

* Energisystemer i en "el og gassverden"
  - Kulde-/ varmepumpesystemer
  - Bunnprosesser i kraftverk
  - Samspill gasskraftverk-varmepumper

* Overvåkning, styring og regulering

* Isolasjons-(systemer)
  - Varmeledning
  - Konveksjonsproblematikk

* Prototyp- og demonstrasjonsanlegg
  - Oppfølging av anlegg

* Annet
  - Kartlegging av lekkasjeproblemer i kulde- og vp-anlegg (deltakelse i IIR-undersøkelse)

KOMPRESSORUTVIKLING

Kompressorer har stått på arbeidsprogrammet helt siden starten i 1952. Opp gjennom årene er det utviklet betydelige verktøy for å håndtere disse problemene. Det har i den senere tid skjedd en utvidelse av kompressoraktiviteten i retning av skruekompressorer. Dette ut fra en vurdering av det internasjonale markedet, hvor det er et klart behov for en uavhengig institusjon som kan håndtere kapasitetsmåling og modellering av større kompressorer. Det er bygd opp to forsøksstander, en for kompressorer opp til 500 kW akseleffekt (se prinsippskisse i figur 1)- og en for 100 kW. En databasert simuleringsmodell for prosessforløpet i skruekompressorer er under utvikling. Av samarbeidspartnere til nå kan nevnes kompressorleverandører som SABROE i Danmark og MYCOM i Japan.

VARMEOVERGANG I FORDAMPERE

For riktig design og dimensjonering kreves godt underlagsmateriale. Kulde har bygget anlegg for måling av varmeovergang og trykktap ved fordampning innvendig i rør (se prinsippskisse i figur 2). Fordamping av ulike kuldemedia i forskjellige temperaturområder har blitt undersøkt. En god del teoretisk arbeid har også blitt utført i denne sammenheng.

I et samarbeidprosjekt med Ruhrgas i Tyskland har ulike konstruksjoner blitt utprøvd i praksis. Feltmålingene dokumenterer at virkelig ytelse er i samsvar med de simulerte.

I den senere tid har Kulde ferdigutviklet et dataprogram kalt EVAC, et program for å undersøke design av ulike typer lamellbatteri-fordampere under varierende driftsforhold. Programmet håndterer både tørr- og resirkulasjonsfordampere med pumpe- eller selv-sirkulasjon. Turbulatorer kan implementeres. Effekten av fuktnedslag beregnes. De enkelte kuldemedierør kan koples sammen på vilkårlig måte, likeledes kan luftretningen velges fritt. Brukergrensesnittet er menybasert. Programmet gir god nøyaktighet; Målinger med R12 viser at beregnet ytelse ligger innenfor ±10%.

ISOLASJONSSYSTEMER

Store mengder klorfluorkarboner brukes idag ved oppblåsing av isolasjon. Alternative medier vil bli innført. Kulde har apparatur for undersøkelse av ulike isolasjonstyper og -systemer. Fullskala undersøkelse av varmeledning og konveksjonsstrømmer både i horisontale og vertikale flater er mulig. Figur 3 viser en skisse av et vakuum-plateapparat for måling av varmeledning i ulike materialer. Undersøkelse av isolasjonssystemer for LNG - kuletanker har vært en av Kuldes forskningsoppgaver. Kompetanse innenfor vakuumisolasjon finnes ved Divisjonen.

PROTOTYP- OG DEMONSTRASJONSVARMEPUMPER

Siden 1982 har Kulde gjennomført målinger på ca. 40 anlegg av ulik type rundt om i landet. Figur 4 viser den geografiske spredning av de ulike anlegg som har blitt fulgt opp i den senere tid. De undersøkte varmepumpeanleggene er i størrelses-

orden mellom 5 og 2000 kW og dekker et stort spekter når det gjelder varmekilder og bruksområder.

Oppfølging av prototyp- og demonstrasjonsanlegg er viktig for å kunne dokumentere driftserfaringer fra ulike anleggstyper og avdekke eventuelle feil og mangler, både når det gjelder prosjektering og drift av anlegg. På samme tid gir oppfølgingen et nyttig innspill til videre FoU-arbeid.

GRUNNLAG FOR VIDERE FoU RELATERT TIL KFK-PROBLEMATIKKEN

Divisjon Kulde har et bredt kompetansegrunnlag. Nedenfor er det listet opp områder vi har arbeidet mye på og noen av de verktøy vi har til rådighet.

OMRÅDER VI HAR ARBEIDET MYE PÅ

* Kompressorutvikling
* Varmeovergang og trykktap i fordampere
* Trykktap i tofasestrømning
* Varmeledning og konveksjonsproblematikk i isolasjon
* NH_3-kuldeanlegg
* Fjernvarme-/fjernkjøleanlegg
* Systemutvikling
* Prosessutvikling
* Automatisering
* Oppfølging av prototyp- og demonstrasjonsanlegg

VERKTØY

LABORATORIUM

* 2 forsøksrigger for kompressorer (100 og 500 kW akseleffekt)
* Anlegg/prøverom for testing av fordampere
* Anlegg for måling av trykktap/varmeovergang ved fordampning
* Tofaserigg for måling av trykktap i rørdeler
* Apperatur for testing av isolasjonsmaterialer
* Anlegg for kalibrering av mengdemålere med virkelige kuldemedier
* Gode muligheter for fullskala utprøving av prototyper
* Kalorimeterstand under bygging

DATAKRAFT

* PRODIM/PROSIM fleksibelt prosessimuleringsverktøy for kulde- og vp-systemer (egenutviklet)
* Program for simulering av ventilsystemer i stempelkompressorer (egenutviklet)
* EVAC for design av luftbaserte fordampere (egenutviklet)
* PROCESS prosessimulering (utviklet av SimSci)
* NRAD tredimensjonal varmeledning (egenutviklet)
* TERMODIA genererer tilstandsdiagrammer og tabeller for rene medier og blandinger (egenutviklet)

KRITERIER FOR VALG AV FoU-OPPGAVER

Divisjon Kulde har forsknings- og utviklingsoppdrag for både nasjonale og internasjonale oppdragsgivere. Ved prioritet av FoU-oppgaver legges det vekt på at de er:

** Viktige for landets tekniske utvikling

** Innenfor vårt fagområde

** På internasjonalt faglig nivå

** Mulig å finansiere

FORSKNING HAR BARE VERDI I DEN GRAD
DEN KOMMER TIL PRAKTISK NYTTE

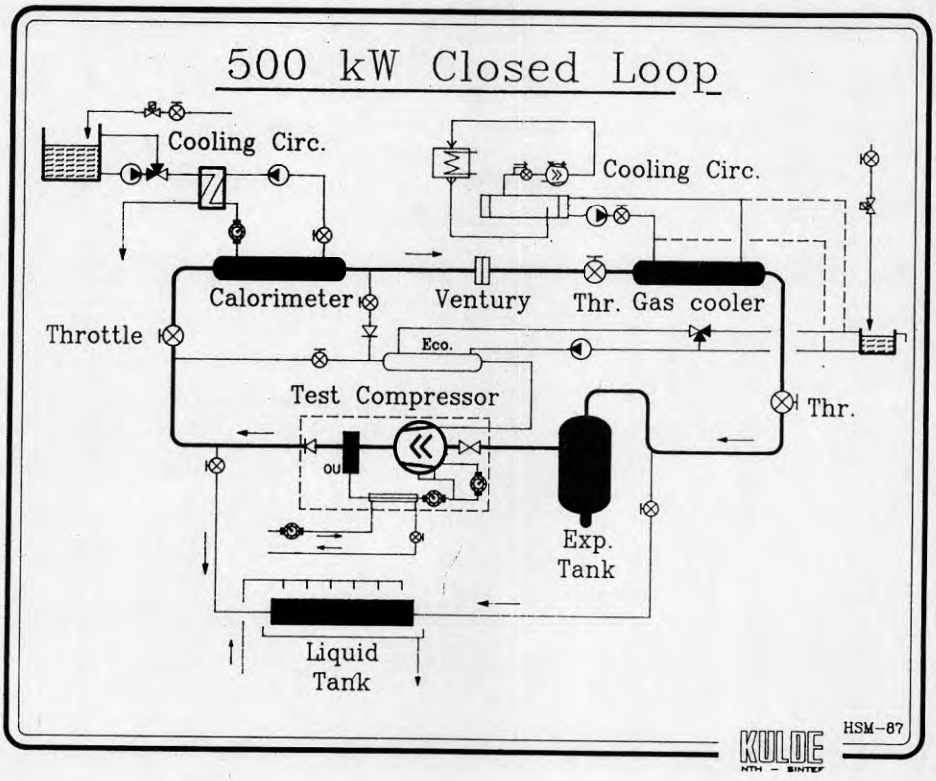


Fig. 1 Prinsippskisse av forsøksrigg for kapasitetsmåling kompressorer med akseleffekt opp til 500 kW

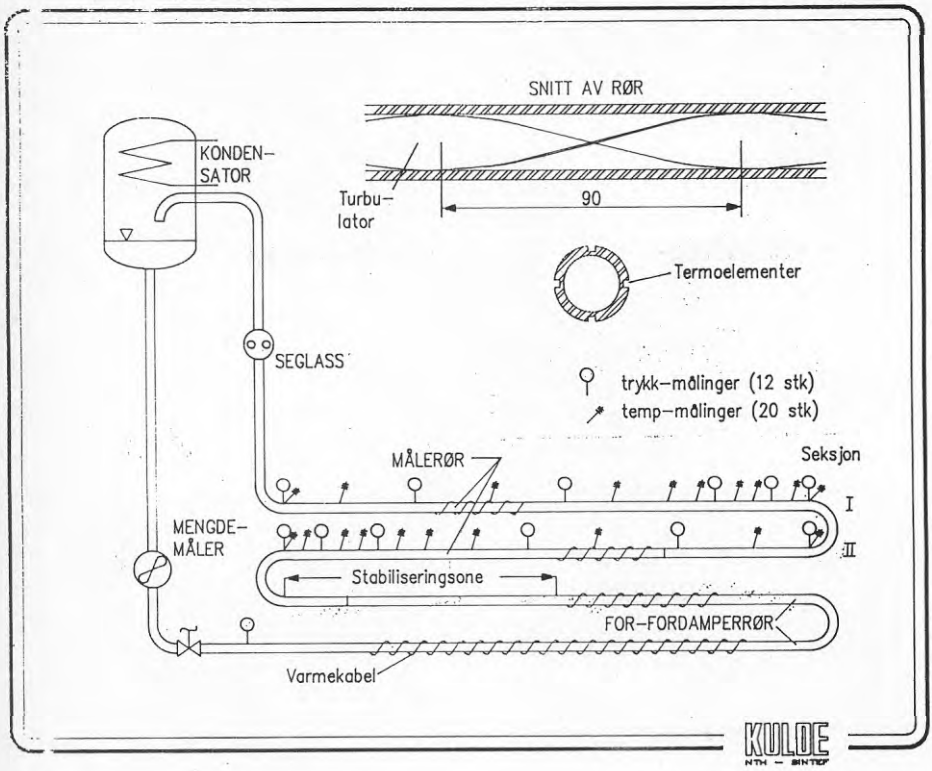


Fig. 2 Prinsippskisse av anlegg for måling av trykktap og varmeovergang innvendig i rør

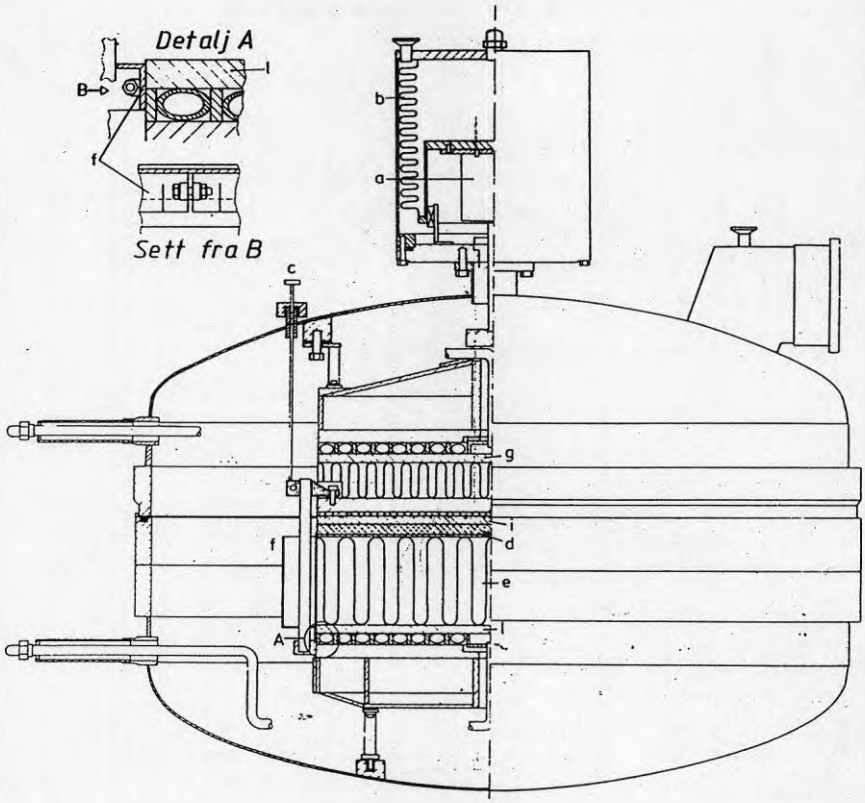


Fig. 3 Skisse av vakuum-plateapparat for måling av varmeledning i ulike materialer

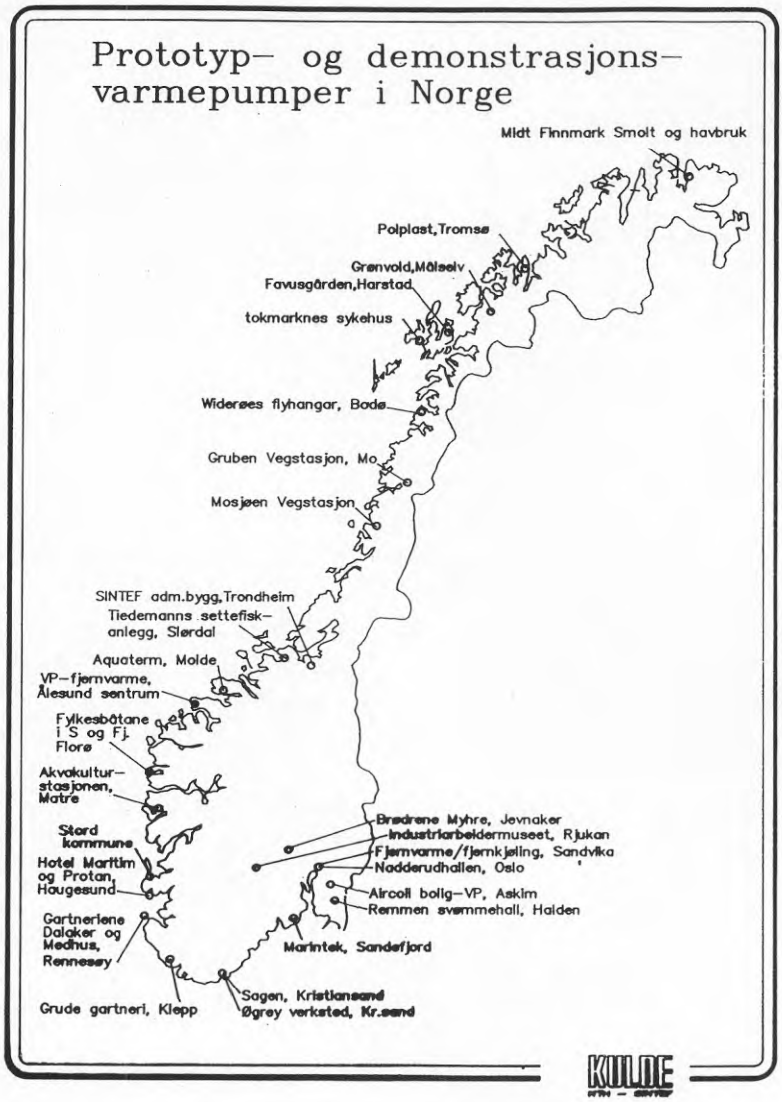


Fig. 4 Geografisk spredning av prototyp- og demonstrasjons-anlegg i Norge

DIVISJON KULDE

Institutt for kuldeteknikk, NTH
Avdeling for kuldeteknikk, SINTEF

Divisjon KULDE skal være et nasjonalt kompetansesenter for utvalgte fagområder innenfor anvendt energiteknikk.

Divisjon KULDE arbeider i dag på følgende innsatsområder

-Generell kuldeteknikk
-Varmepumper/energisystemer
-Næringsmiddel- og akvakulturteknikk
-Lavtemperaturprosesser
-Flerfase strømningsteknikk

Divisjon KULDEs hovedoppgaver er:

-Etablering og forbedring av kompetanse gjennom forskning, utvikling og oppdragsvirksomhet
-Overføring av kompetanse og FoU-resultater til studenter, industri og andre målgrupper gjennom utdannings-, demonstrasjons- og informasjonsvirksomhet.

Divisjon KULDE har ca. 75 ansatte som disponerer:
-Kuldelaboratorium på 2500 m²
-Fullskala flerfaselaboratorium
-Flere VAX-datamaskiner, superdata-maskinen CRAY X-MP/24
-Avansert mobilt måleutstyr

Disse ressursene gjør oss istand til å løse de fleste oppgaver innenfor divisjonens innsats-områder. Med en omsetning på ca. 40 mill. kr. utdanner vi årlig 20 sivilingeniører, 2-3 dr.ingeniører, og driver en utstrakt forsknings- og oppdragsvirksomhet for industri, næringsliv og offentlig forvaltning.

NTH
UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE

Norges Tekniske Høgskole er landets ledende utdanningsinstitusjon for sivilingeniører, og utdanner to tredjedeler av sivilarkitektene i Norge. Høgskolen utdanner også kandidater på dr.grads-nivå, og har et omfattende tilbud innen etterutdanning. NTH har vel 5500 studenter og 1600 ansatte, og utgjør sammen med SINTEF-gruppen et nasjonalt tyngde-punkt for teknologisk forskning. Det er ni forskjellige avdelinger ved NTH. Høgskolen er en del av Universitetet i Trondheim, sammen med Den all-menvitenskapelige høgskolen, Det medisinske fakultet og Museet.

SINTEF

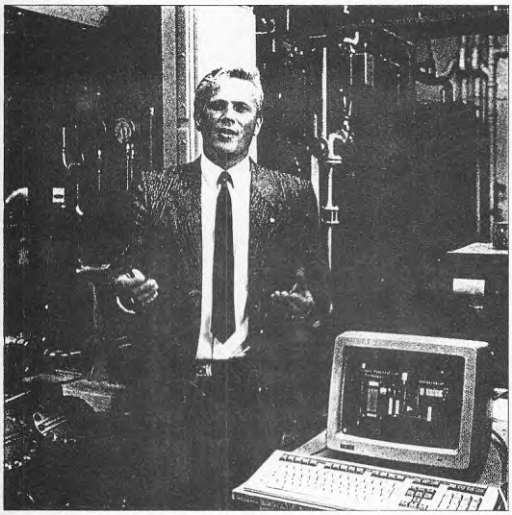
SINTEF-gruppen utfører oppdragsforskning for industri, næringsliv og offentlig forvaltning i nært samarbeide med Norges tekniske høgskole. Gruppen er Skandinavias største institusjon for oppdragsforskning med ca. 2000 ansatte. Den dekker et bredt spekter av fagområder innen teknologi og naturvitenskap.

SINTEF-gruppen består av fire enheter:

SINTEF-	Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole
EFI-	Elektrisitetsforsyningens Forskningsinstitutt AS
IKU-	Institutt for kontinentalsokkel-undersøkelser og petroleums-teknologi AS
MARINTEK-	Norsk marinteknisk forsknings-institutt AS

DIVISJON KULDE NTH - SINTEF, **Adresse:** KULDE, Kolbjørn Hejes vei 1D, N-7034 TRONDHEIM, NORGE, **Telefon** +477 - 59 39 00, **Telefax:** +477-59 39 26

Avdeling for kuldeteknikk



Avdelingssjef: Per-Erling Frivik, siv. ing.
Avdelingssekretær: Bjørg Hernes, tlf. 59 39 01
Antall ansatte: 76

Formål/kompetanse/brukere:

- Utnyttelse av en mest mulig avansert teknisk innsikt og moderne eksperimentelle og regnetekniske muligheter til utvikling av teknologi som er av betydning for industrien.
- Utvikling og anvendelse av kuldeanlegg og varmepumper, d.v.s. prosesser, systemer, utstyr og komponenter for transport av varme fra lavere til høyere temperaturnivå.

Samarbeidende NTH-institutter:

Institutt for kuldeteknikk
Institutt for teknisk varmelære
Institutt for dampteknikk og forbrenningsteknikk
Institutt for VVS
Institutt for teknisk kybernetikk

Virksomheten omfatter:

Generell kuldeteknikk
Termodynamisk prosessanalyse. Trykkfall og varmeovergang i tofasestrømning. Fordamperutvikling. Kompressoreffektivisering. Isoleringsteknikk. Bruk av datamaskin til termiske beregninger, anleggsprosjektering og styring/regulering.
Gruppeleder: Kåre Aflekt, forsker, tel. 59 37 48

Varmepumper
Prosessoptimalisering. Tilpasning av varmepumpe i totalsystem. Komponentutvikling. Datastyring og regulering. Bruk av varmepumpe i akvakultur. Oppfølging av prototypanlegg over hele landet.
Gruppeleder: Audun Årøen, siv.ing., tel. 59 38 95

Lavtemperatur prosessteknikk
Termodynamikk. Prosessimulering/eksergianalyse. Varmeovergang ved kondensering av gassblandinger. Varmevekslerutvikling. Prosesser for produksjon av flytende naturgass (LNG). Isoleringssystemer for lagring og transport av LNG. Lavtemperaturteknikk. Gasseparasjon.
Gruppeleder: Einar Brendeng, professor, tlf. 59 37 47

Flerfaseteknologi
Studier av transport av olje og gass i samme rørledning. Utvikling av simuleringsmodeller for konstruksjon av rørledninger med flerfasestrømning.
Gruppeleder: Ivar Brandt, laboratoriesjef, siv. ing., tlf. 83 78 00

Næringsmiddelteknikk/Industriell fiskebearbeiding
Kjøling, frysing og tining av råstoff og produkter. Kvalitet og holdbarhet ved kuldelagring, lagring og transport. Energiøkonomisering i næringsmiddelindustrien. Tørking av næringsmidler med varmepumpe.
Gruppeleder: Ola M. Magnussen, professor, dr. ing., tlf. 59 37 43

Adresse: 7034 Trondheim – NTH
Besøksadresse: Kolbj. Hejes v. 1D – NTH
Telefon: 07/59 39 00
Telefax: 07/59 39 26
Telex: 65 711 kulde n

FRÅGOR

F: Finns det områden ni skulle vilja ger er i kast men saknar medel för?

S: Ja, energianalys, med bl a elöverföring till vp.

F: Arbetar ni med dieselmotorer?

S: Ja, vi har ingående simuleringskunskaper om sådana anläggningar

F: Gäller NH_3–kunskapen alla områden?

S: Nej, givetvis inte. Kunskaper finns betr. värmeövergång, på process– och komponentsidan. Det som saknas är erfarenhet från många anläggningar.

K: Tvåfasströmning är besvärlig för industrin, speciellt vätskefördelning i pumpcirkulationssystem. Vinster finns att göra bl a inom förångare.

S: Ett komplett simuleringsprogram för förångare har tagits fram i ett doktorandprojekt. Detta kommer att bli kommerisellt tillgängligt.

KYLASTRINGSPRINCIPER

FASÄNDRING

IS → VÄTSKA

VÄTSKA → ÅNGA

Ett medium
Flera medier/bl.
Diff. i inert–gas
Diff. i abs. medium

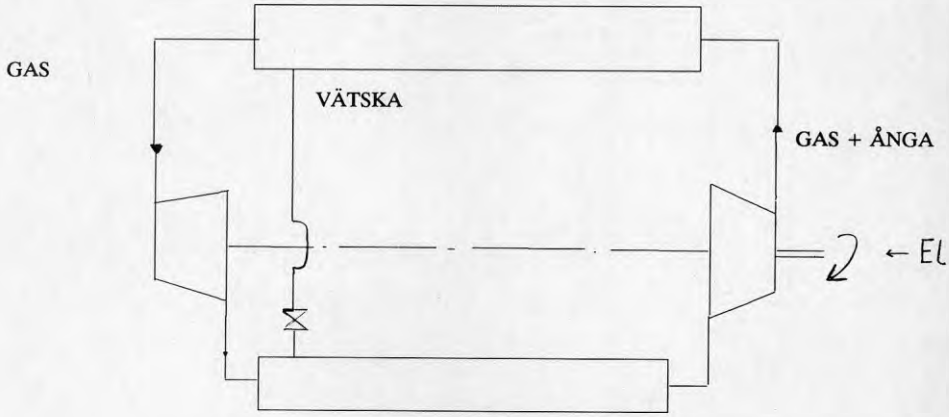
EXPANSION AV GAS

Joule–cykel p=konst
Stirling–cykel v=konst
Linde/Claude

ELEKTRISKA FENOMEN

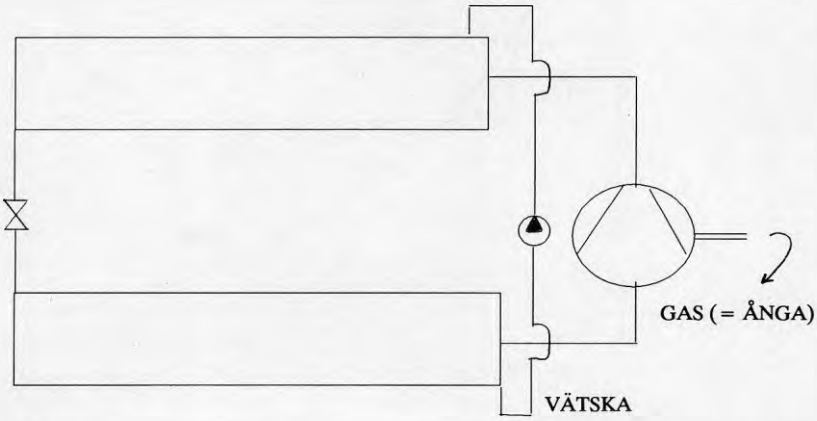
Peltier
Magnetiska proc.

FÖRÅNGNING + EXPANSION AV GAS



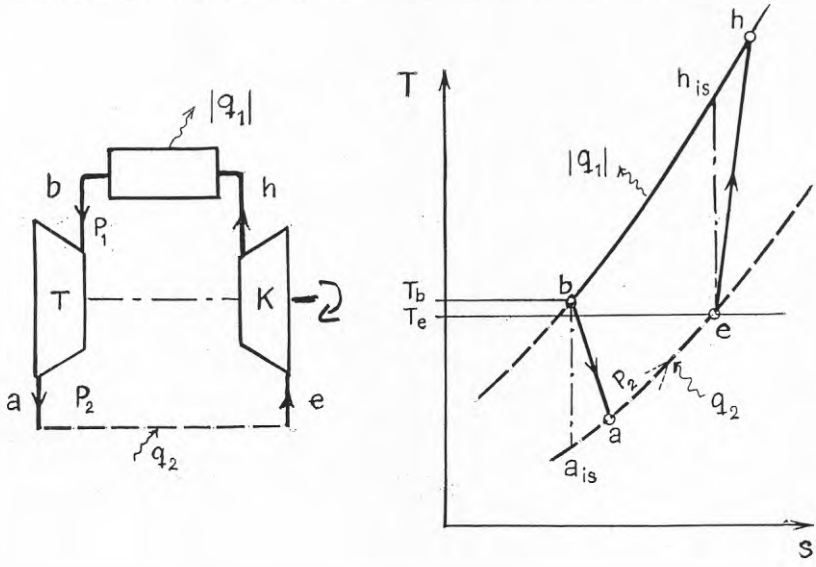
⟹ Kalluftscykel med vätskeförångning ⟹ Torkändamål?

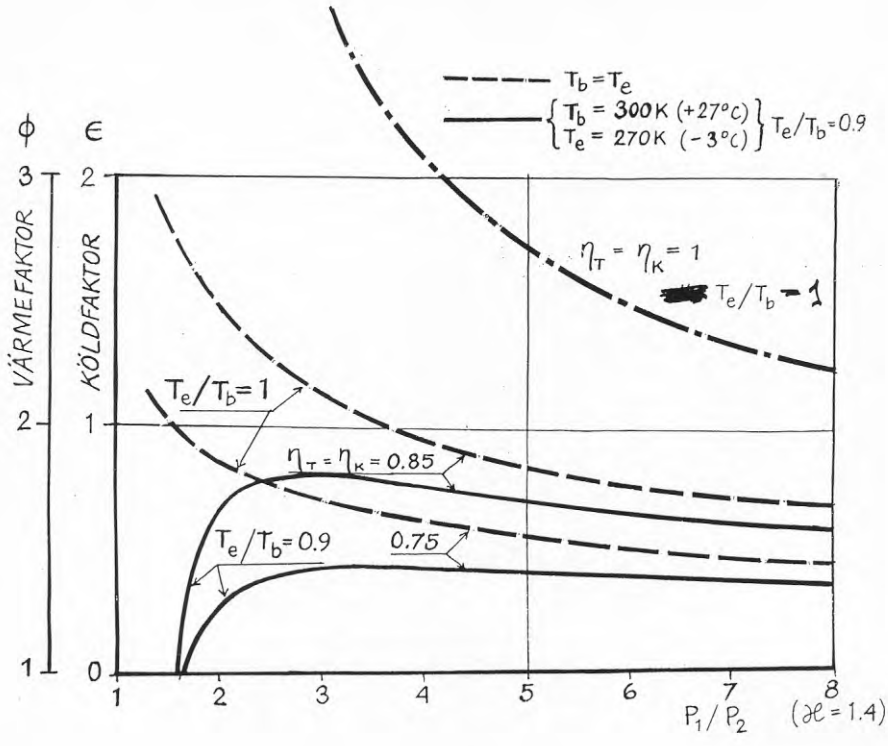
FÖRÅNGNING + ABSORPTION/RESORPTION



Resorptionscykler
$NH_3 + H_2O$
etc CFC + Olja?

JOULE-CYKEL (KALLUFTS-PROCESS)





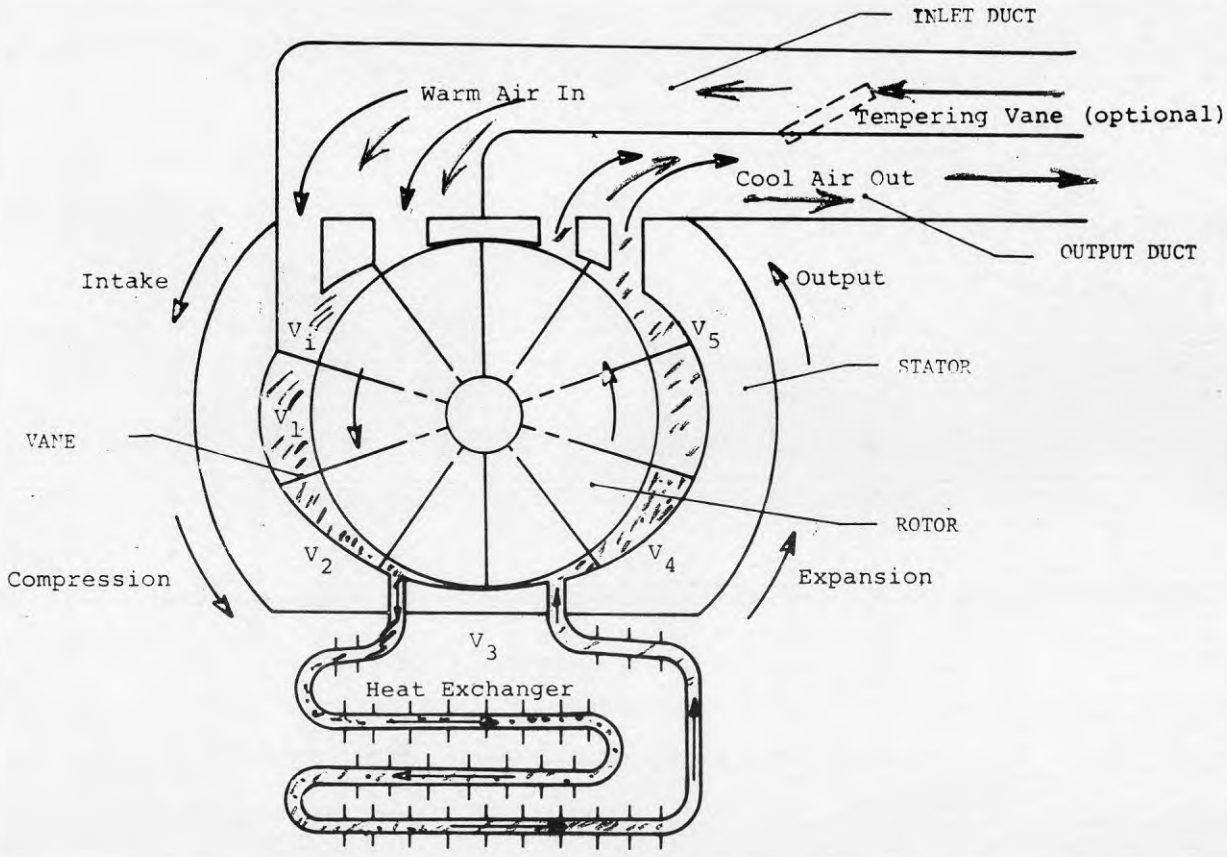
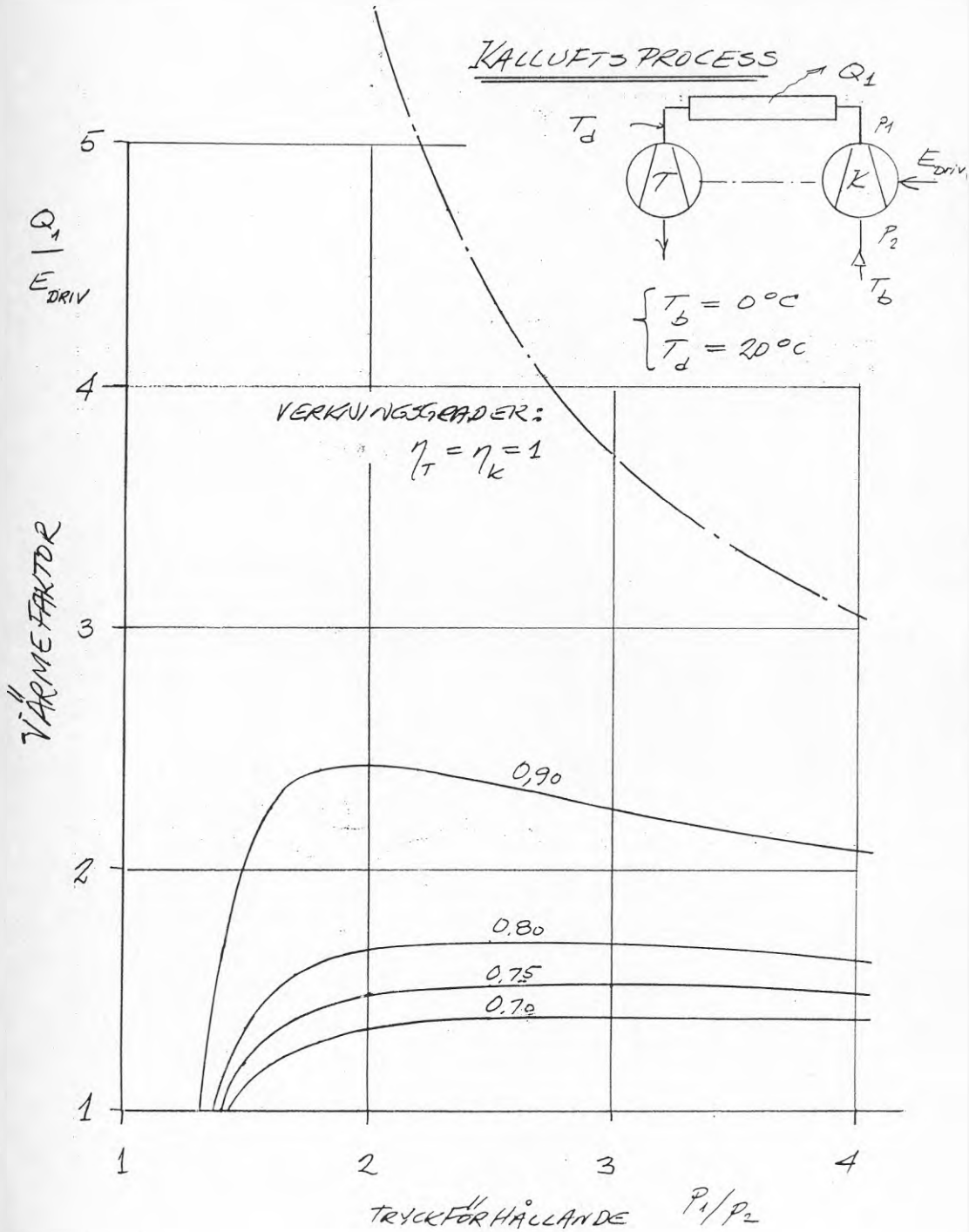
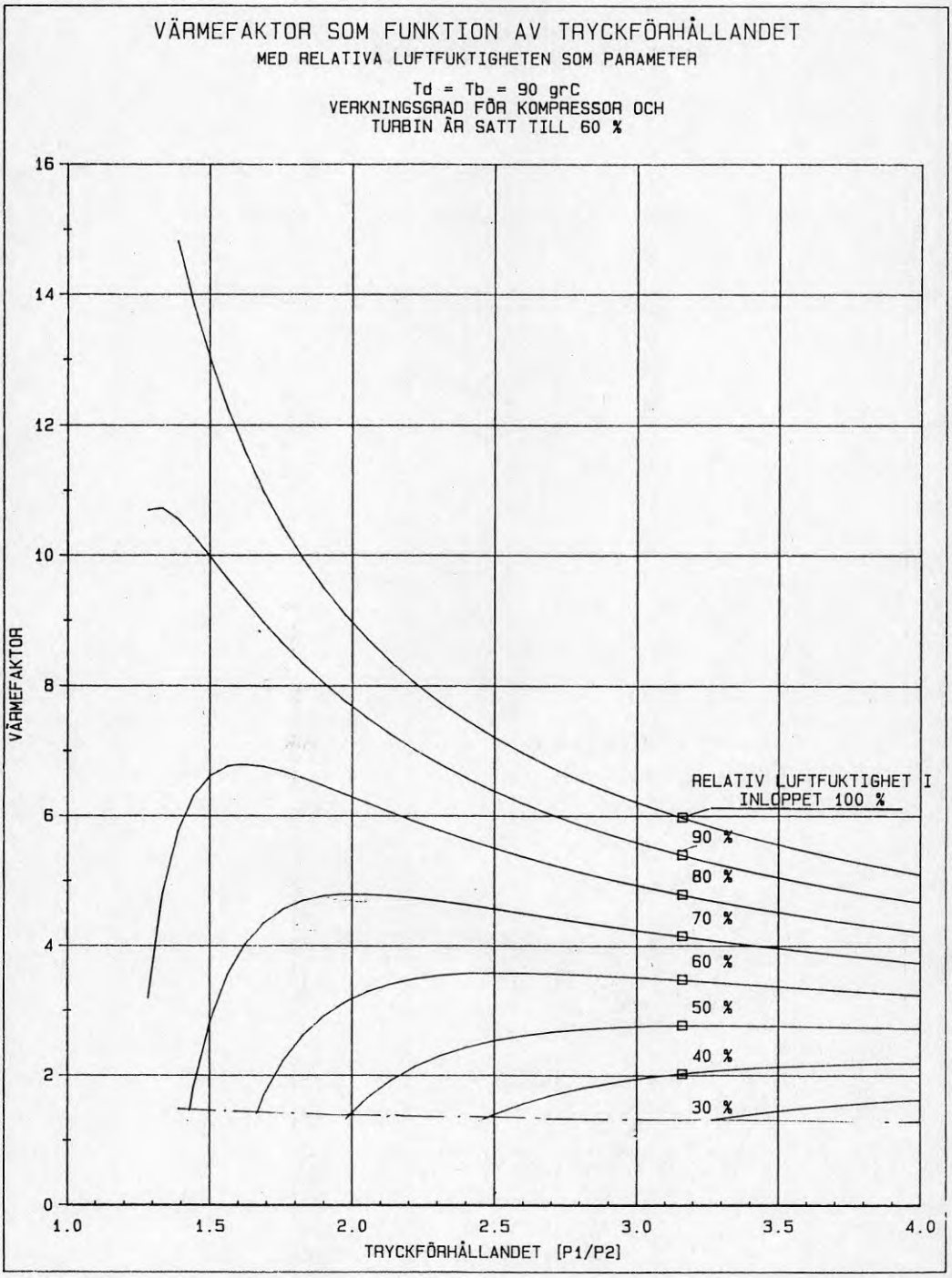
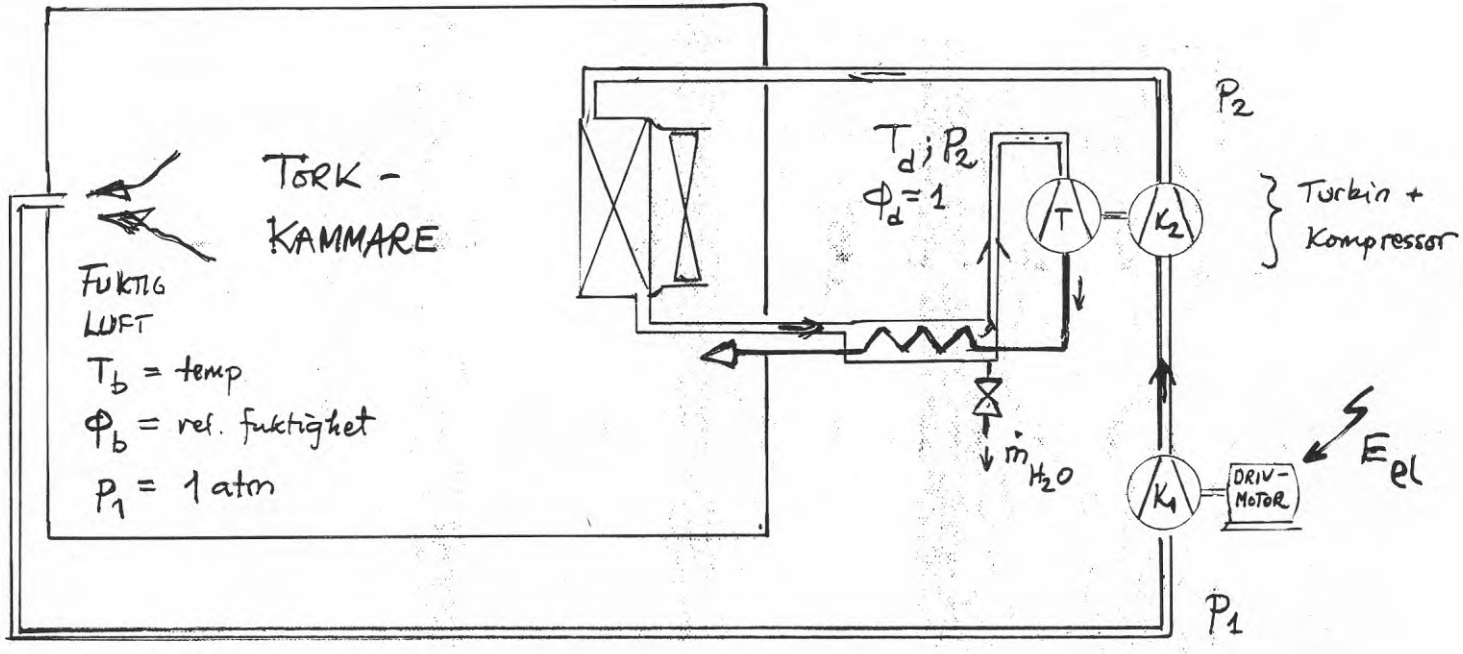
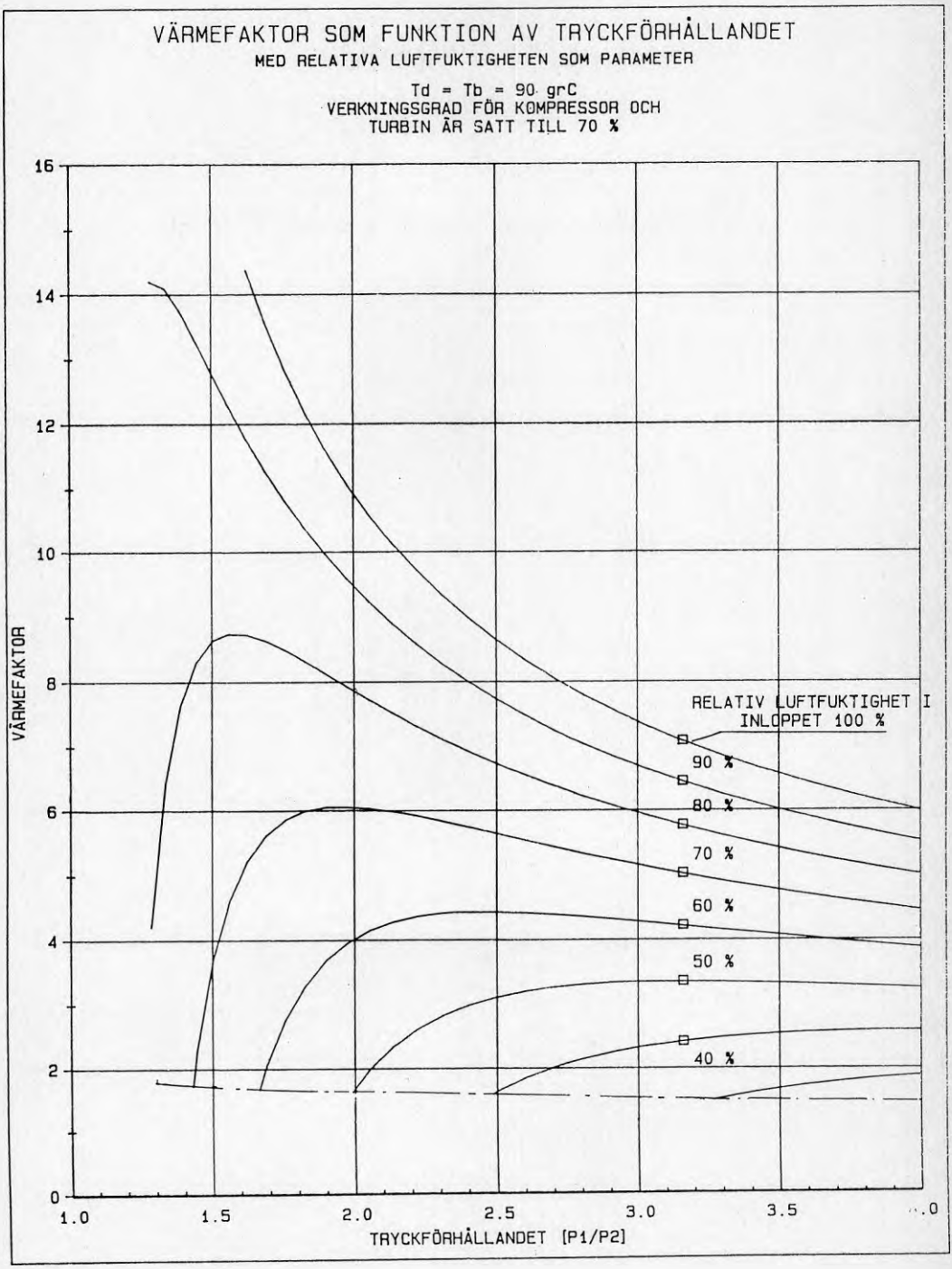


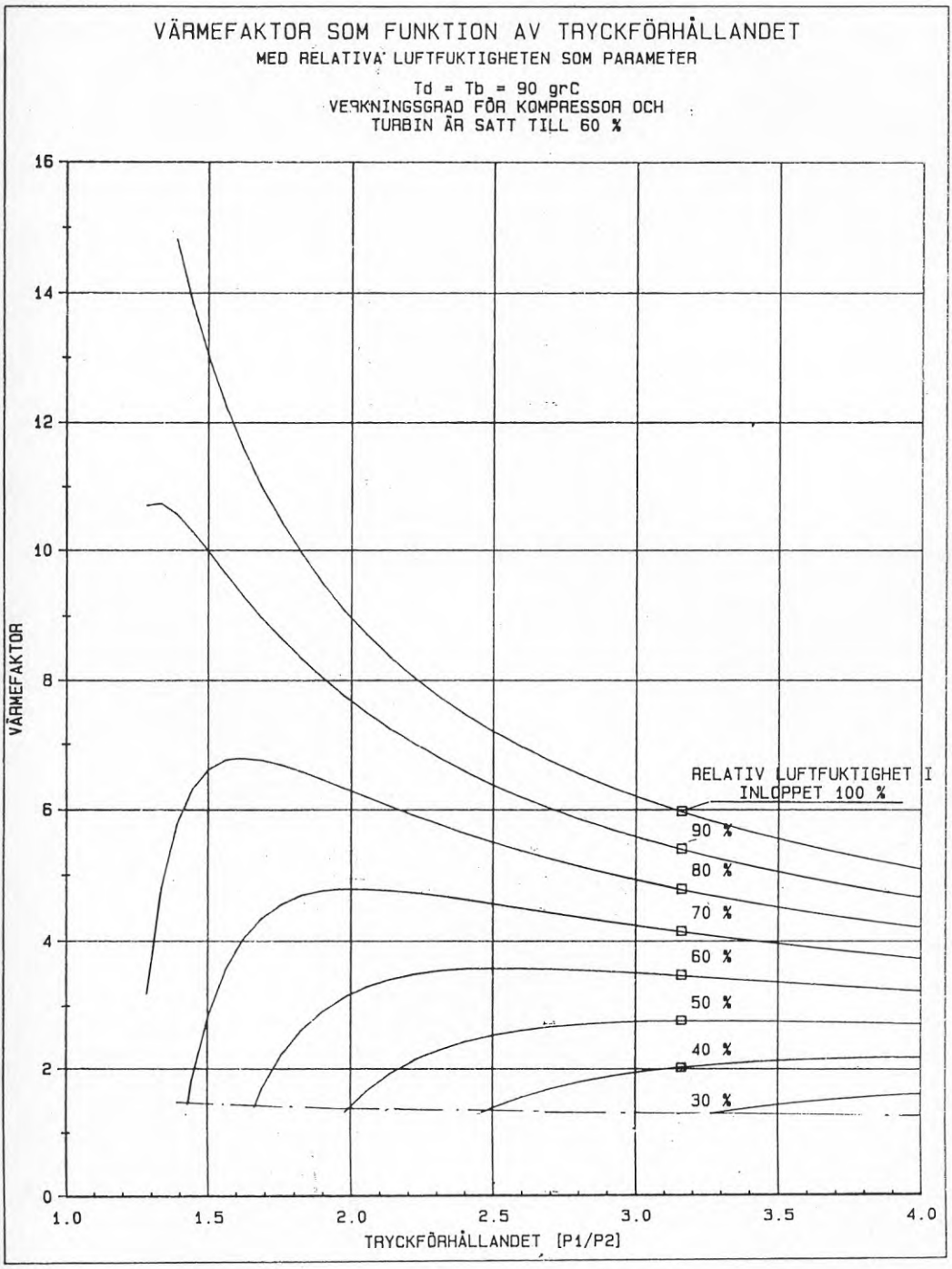
Figure 1 Generalized End-View of ROVAC System

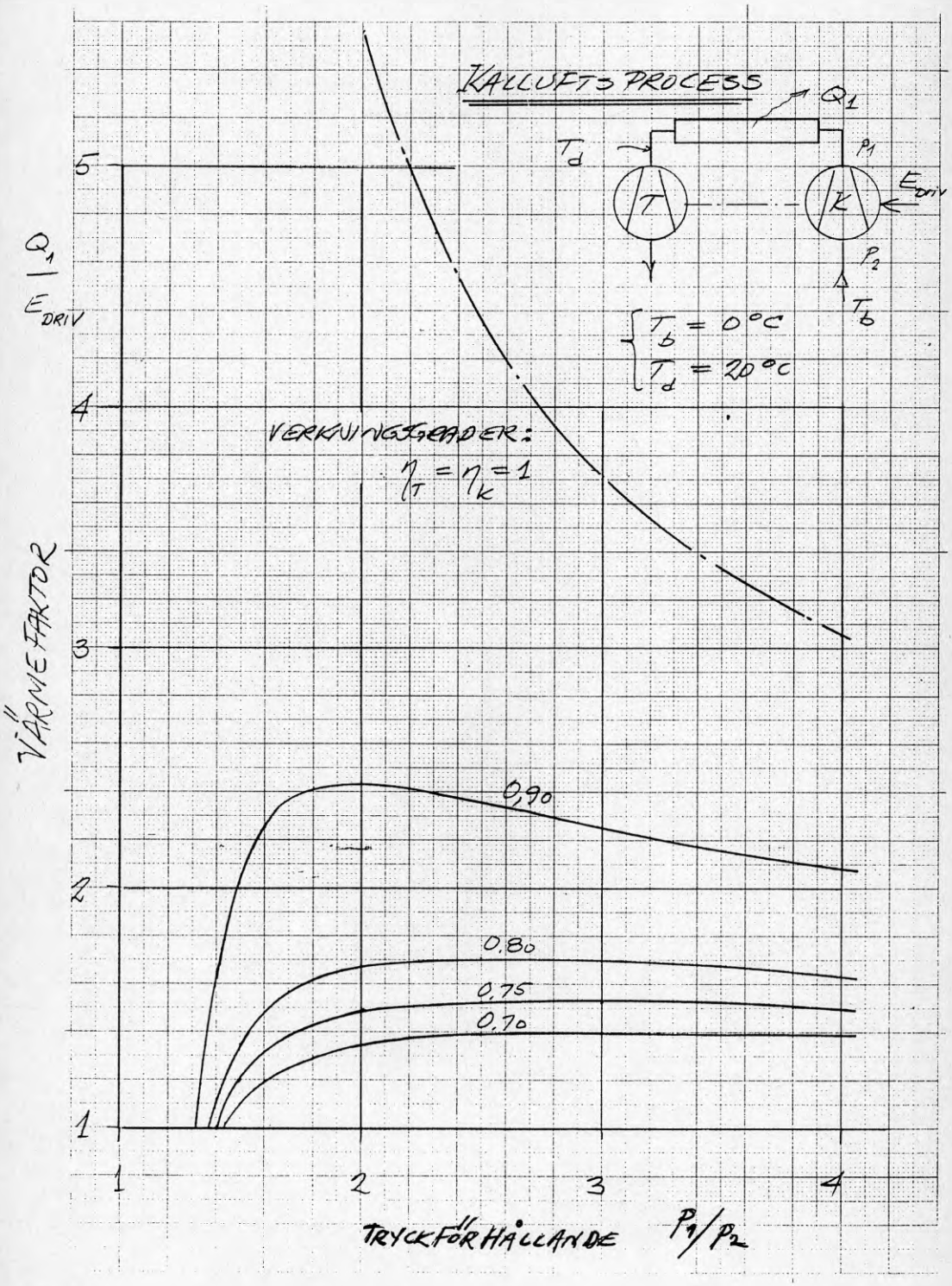

KALLUFTSPROCESS
Q1
Td
P1
EDRIV
T
K
P2
Tb
Tb = 0°C
Td = 20°C
VERKNINGSGRADER:
ηT = ηk = 1
Q1 / EDRIV
VÄRMEFAKTOR
0,90
0.80
0.75
0.70
1
2
3
4
5
TRYCKFÖRHÅLLANDE P1/P2

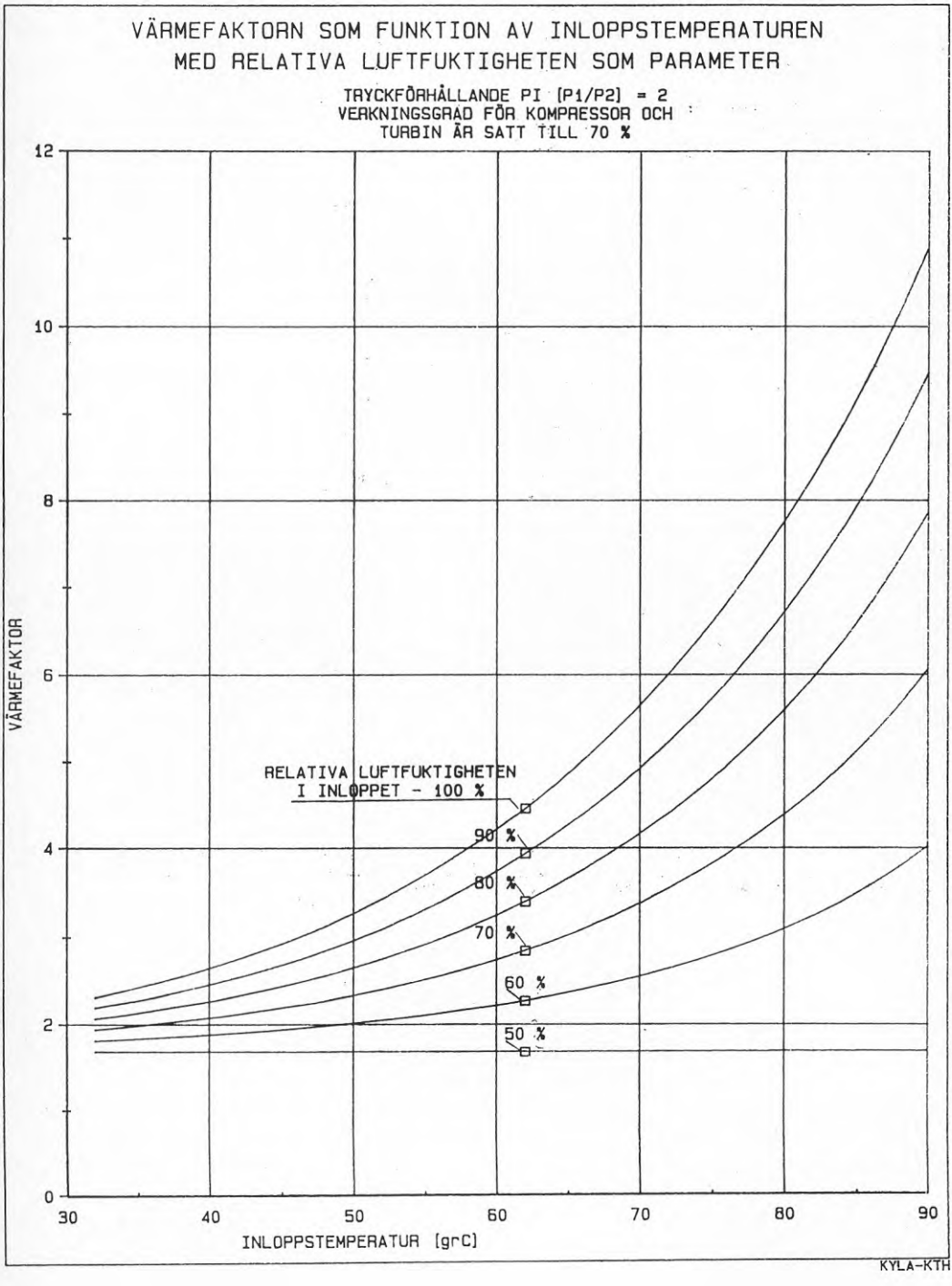

VÄRMEFAKTOR SOM FUNKTION AV TRYCKFÖRHÅLLANDET
MED RELATIVA LUFTFUKTIGHETEN SOM PARAMETER
Td = Tb = 90 grC
VERKNINGSGRAD FÖR KOMPRESSOR OCH
TURBIN ÄR SATT TILL 60 %
VÄRMEFAKTOR
TRYCKFÖRHÅLLANDET [P1/P2]
RELATIV LUFTFUKTIGHET I
INLOPPET 100 %
90 %
80 %
70 %
60 %
50 %
40 %
30 %
0
2
4
6
8
10
12
14
16
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0


TORK -
KAMMARE
FUKTIG
LUFT
T_b = temp
φ_b = rel. fuktighet
p_1 = 1 atm
T_d ; p_2
$\varphi_d = 1$
$\dot{m}_{H_2O}$
T
K_2
K_1
DRIV-
MOTOR
E_{el}
p_2
p_1
Turbin +
Kompressor

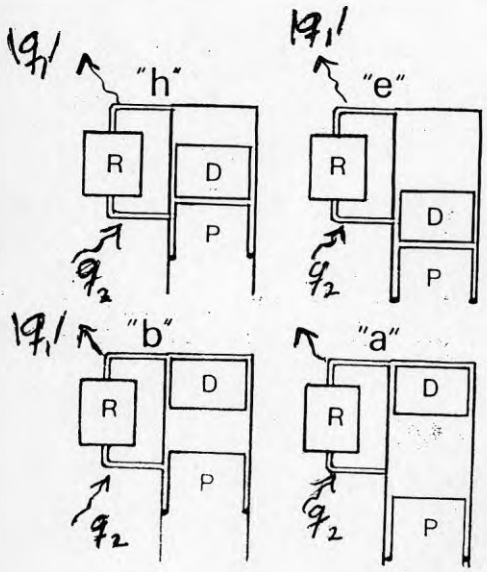

VÄRMEFAKTOR SOM FUNKTION AV TRYCKFÖRHÅLLANDET
MED RELATIVA LUFTFUKTIGHETEN SOM PARAMETER
Td = Tb = 90 grC
VERKNINGSGRAD FÖR KOMPRESSOR OCH
TURBIN ÄR SATT TILL 70 %
VÄRMEFAKTOR
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
TRYCKFÖRHÅLLANDET [P1/P2]
RELATIV LUFTFUKTIGHET I
INLOPPET 100 %
90 %
80 %
70 %
60 %
50 %
40 %

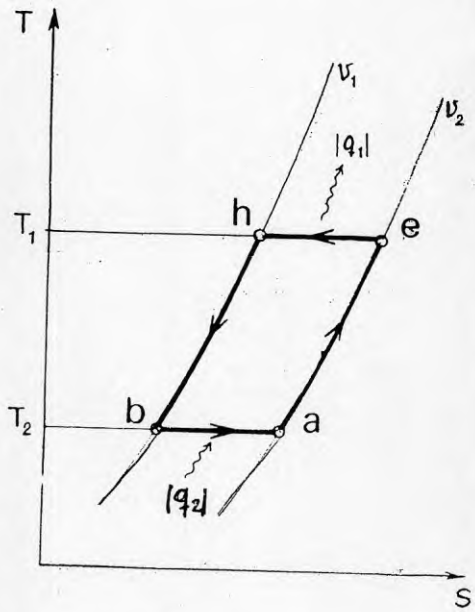

VÄRMEFAKTOR SOM FUNKTION AV TRYCKFÖRHÅLLANDET
MED RELATIVA LUFTFUKTIGHETEN SOM PARAMETER
Td = Tb = 90 grC
VERKNINGSGRAD FÖR KOMPRESSOR OCH
TURBIN ÄR SATT TILL 60 %
VÄRMEFAKTOR
TRYCKFÖRHÅLLANDET [P1/P2]
RELATIV LUFTFUKTIGHET I
INLOPPET 100 %
90 %
80 %
70 %
60 %
50 %
40 %
30 %
0
2
4
6
8
10
12
14
16
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0

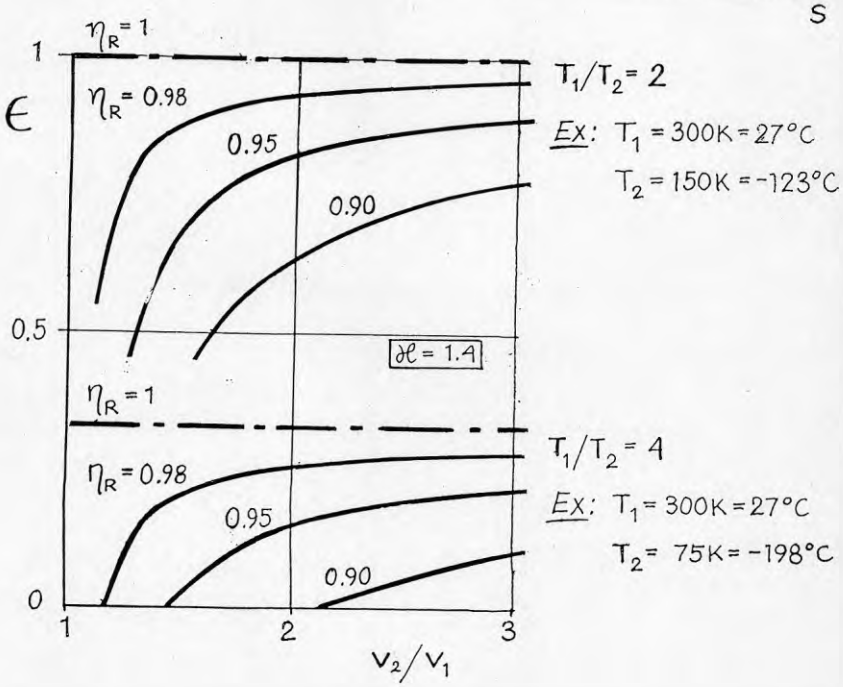

KALLUFTSPROCESS
Q_1
T_d
p_1
E_{DRIV}
T
K
p_2
T_b
$T_b = 0°C$
$T_d = 20°C$
VERKNINGSGRADER:
$\eta_T = \eta_K = 1$
Q_1 / E_{DRIV}
VÄRMEFAKTOR
0,90
0.80
0,75
0.70
1
2
3
4
5
TRYCKFÖRHÅLLANDE p_1/p_2


VÄRMEFAKTORN SOM FUNKTION AV INLOPPSTEMPERATUREN
MED RELATIVA LUFTFUKTIGHETEN SOM PARAMETER
TRYCKFÖRHÅLLANDE PI (P1/P2) = 2
VERKNINGSGRAD FÖR KOMPRESSOR OCH
TURBIN ÄR SATT TILL 70 %
VÄRMEFAKTOR
0
2
4
6
8
10
12
30
40
50
60
70
80
90
INLOPPSTEMPERATUR [grC]
RELATIVA LUFTFUKTIGHETEN
I INLOPPET - 100 %
90 %
80 %
70 %
60 %
50 %
KYLA-KTH

STIRLING–CYKEL – SOM KRYOGENERATOR







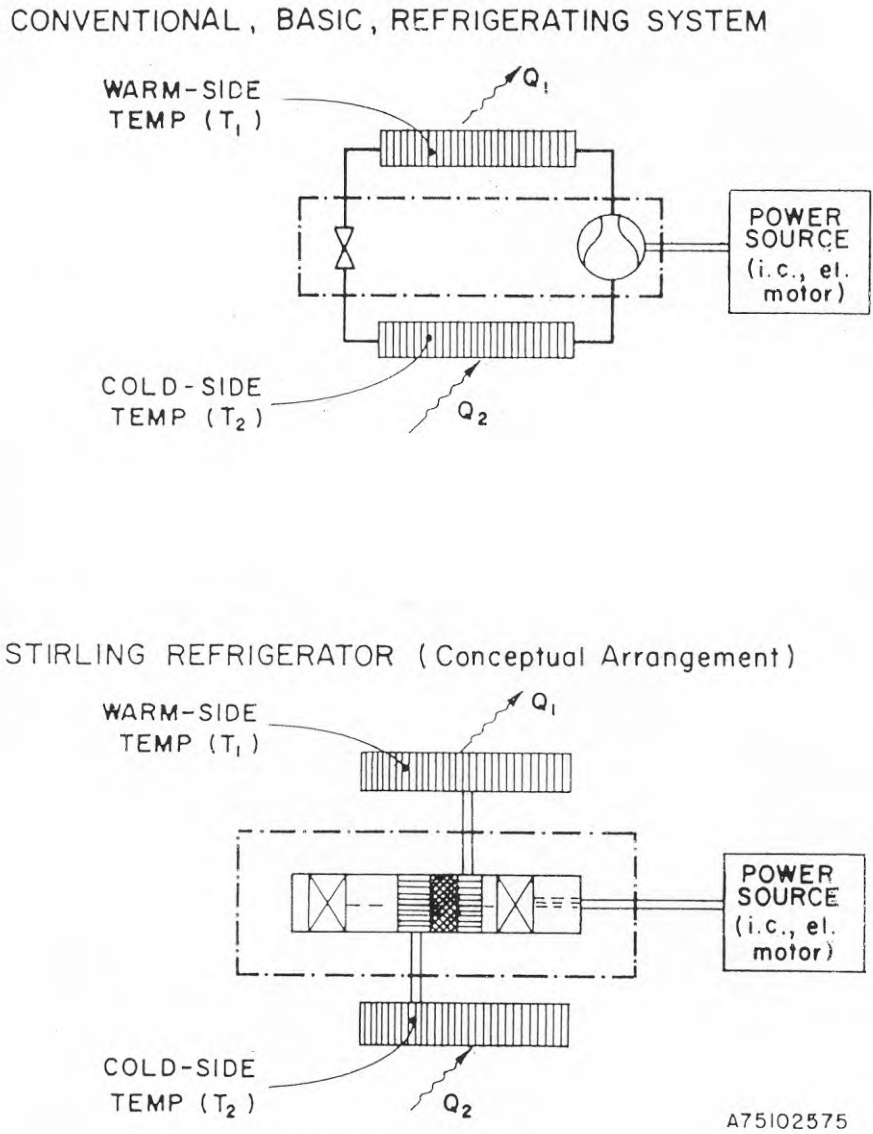
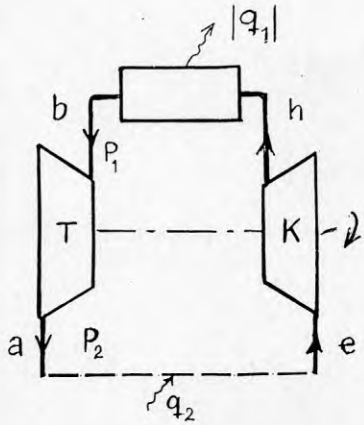
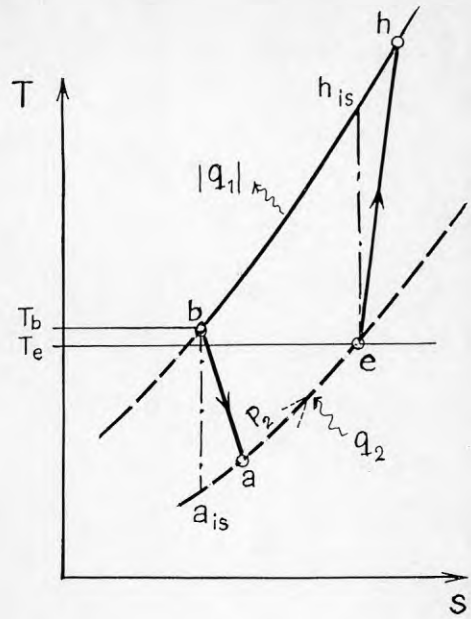
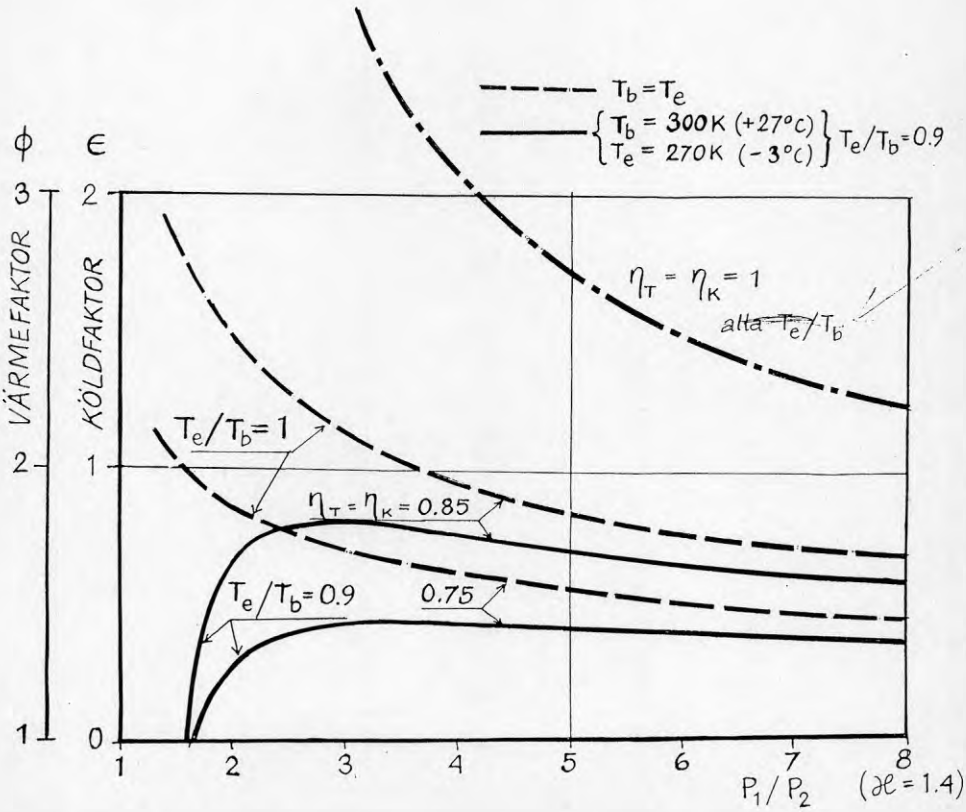


Figure 3. SCHEMATIC ARRANGEMENTS OF STIRLING AND RANKINE REFRIGERATION SYSTEMS (Heat-Pump Systems)


|q1|
b
h
P1
T
K
a
P2
e
q2

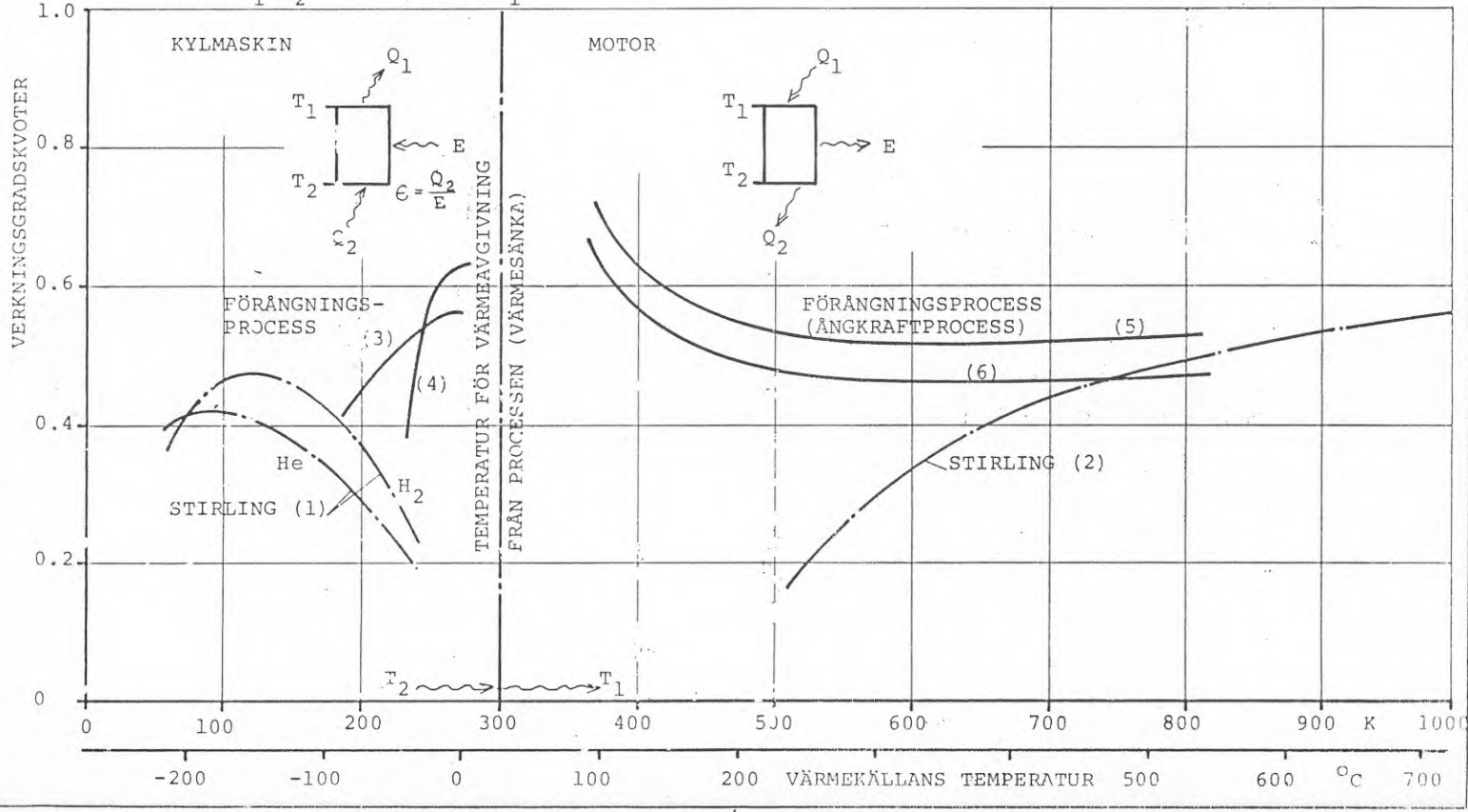

T
h
his
|q1|
Tb
Te
b
e
P2
q2
a
ais
s


Tb = Te
Tb = 300K (+27°C)
Te = 270K (-3°C)
Te/Tb = 0.9
φ
ε
VÄRMEFAKTOR
KÖLDFAKTOR
ηT = ηK = 1
alla Te/Tb
Te/Tb = 1
ηT = ηK = 0.85
Te/Tb = 0.9
0.75
P1/P2
(∂ℓ = 1.4)

DEF.

VERKNINGSGRADSKVOTER $\frac{\epsilon}{\epsilon_{CARNOT}}$ RESP. $\frac{\eta_t}{\eta_{t,CARNOT}}$ UNDERLAG, SE FIGUR 18.

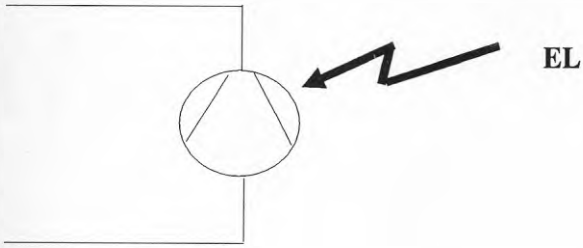
DÄR $\epsilon_{CARNOT} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$, $\eta_{t,CARNOT} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$



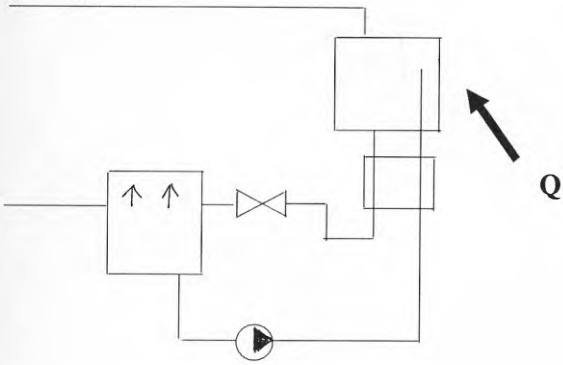
FIGUR 19

DRIVCYKLER

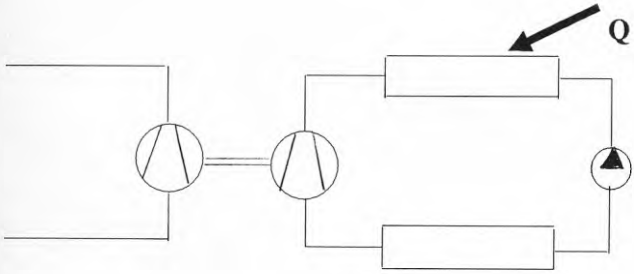
EL-MOTOR	ÅNG-MOTOR (RANKINE)	FÖRBR.MOTOR (OTTO; DIESEL)	STIRLING-MOTOR	GASTURBIN JOULE	"TERMISK KOMPR" ABSORPTION	ANNAN ..?



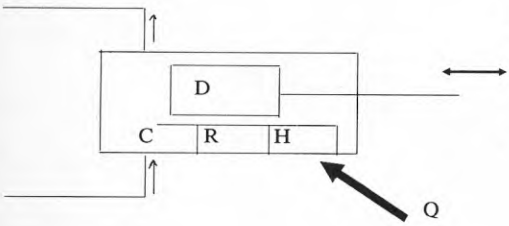
EL-MOTOR



ABS.-ANL.

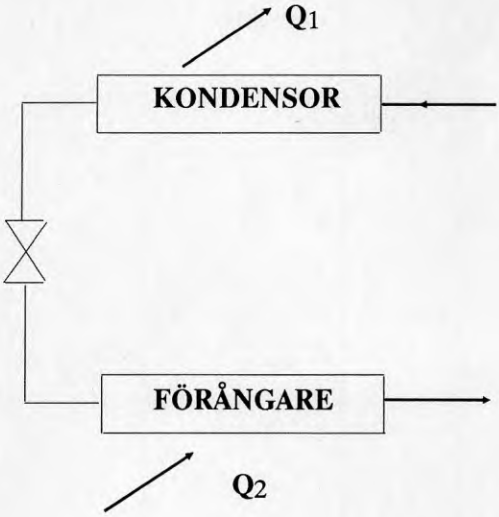


ÅNG-MOTOR



TERMISK KOMPRESSOR

(STIRLING/ERICSSON..)

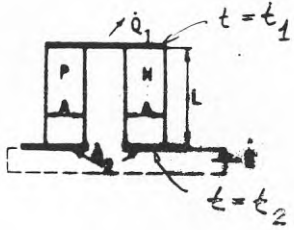

Q1
KONDENSOR
FÖRÅNGARE
Q2

PELTIER-VÄRMEPUMP

Materialegenskaper:

Seebeck-koefficienten	e	[Volt/K]
Elektrisk resistivitet	ρ	[Ω·m]
Värmeledningskoefficient	λ	[W/m,K]

$$Z = \frac{e^2}{4 \cdot \rho \cdot \lambda} \quad [1/K]$$



Med tvärsnittsarean A och längden L för N- och P-stavar blir för ett termopar:

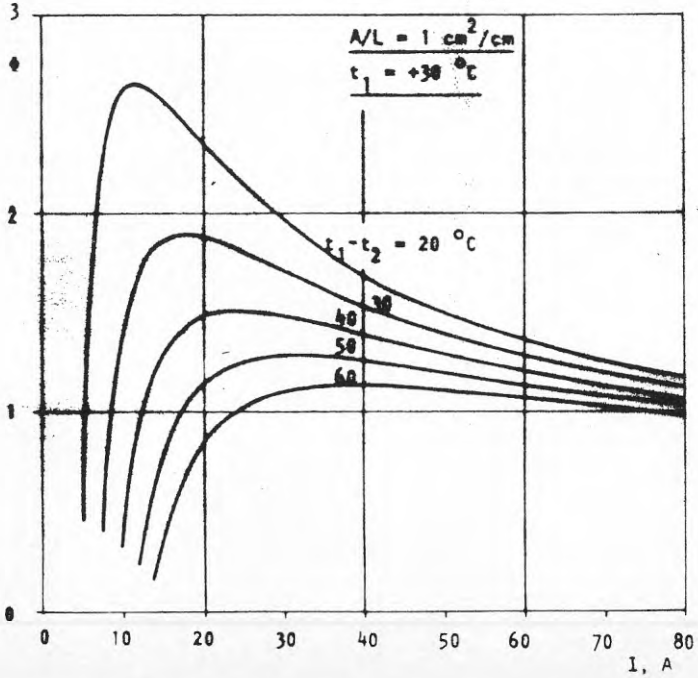
El.resistansen $R = 2 \cdot \rho \cdot L/A$ [Ω]

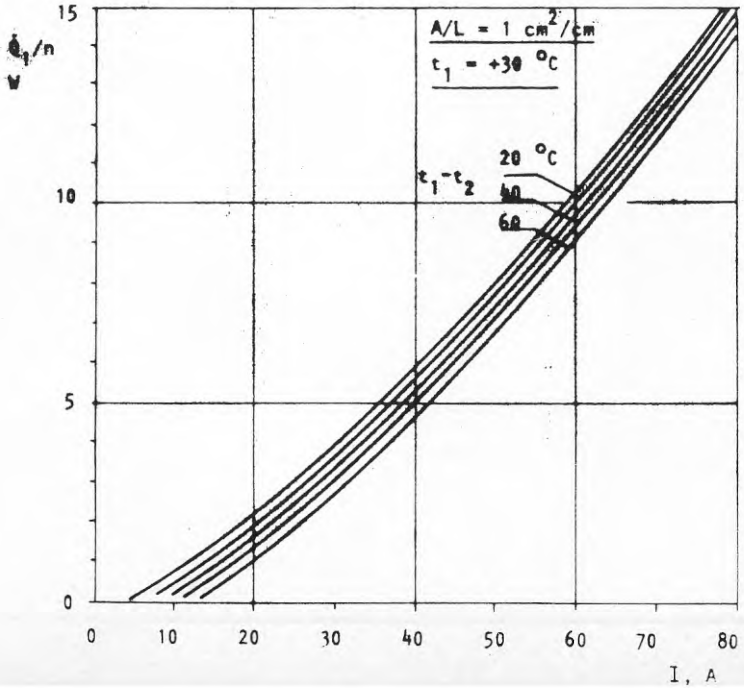
Värmeledningskonstant $K = 2 \cdot \lambda \cdot A/L$ [W/K]

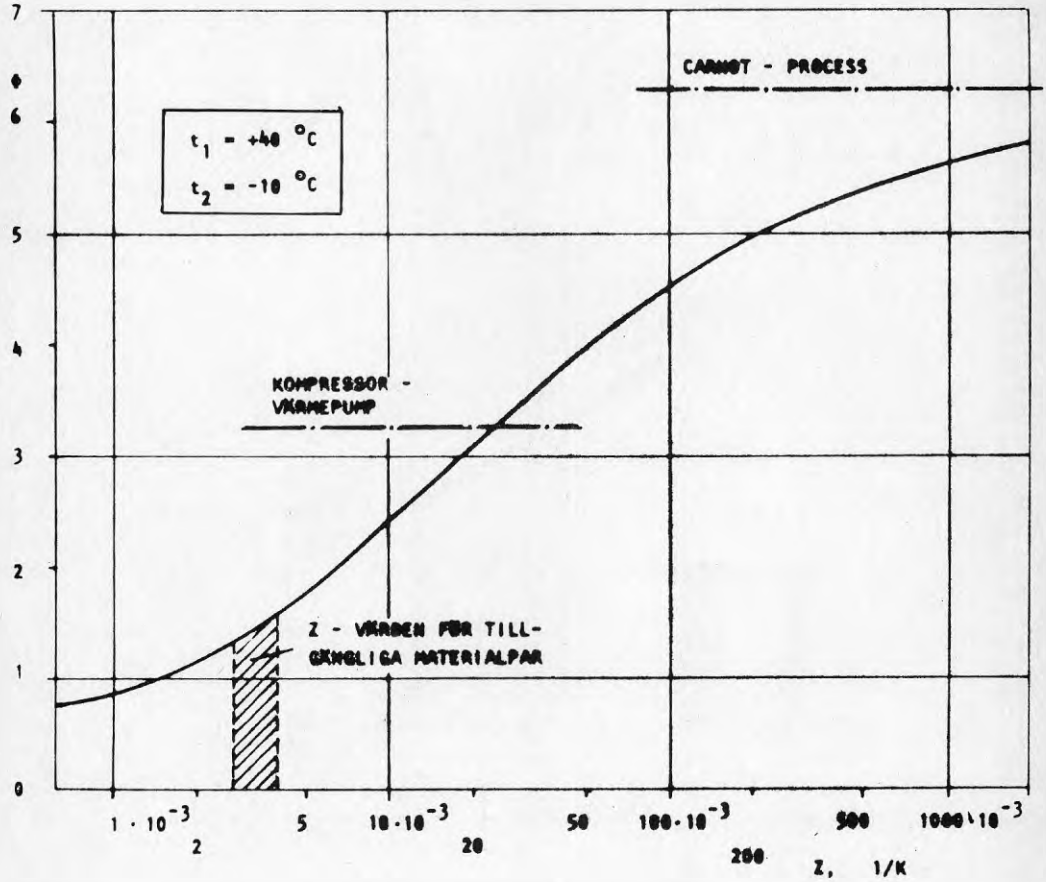
Erforderlig driveffekt $\dot{E}/n = e \cdot I\,(T_1 - T_2) + R \cdot I^2$ [W]

Värmeupptagning (kyleffekt) $\dot{Q}_2/n = e \cdot I \cdot T_2 - \frac{R \cdot I^2}{2} - K\,(T_1 - T_2)$ [W]

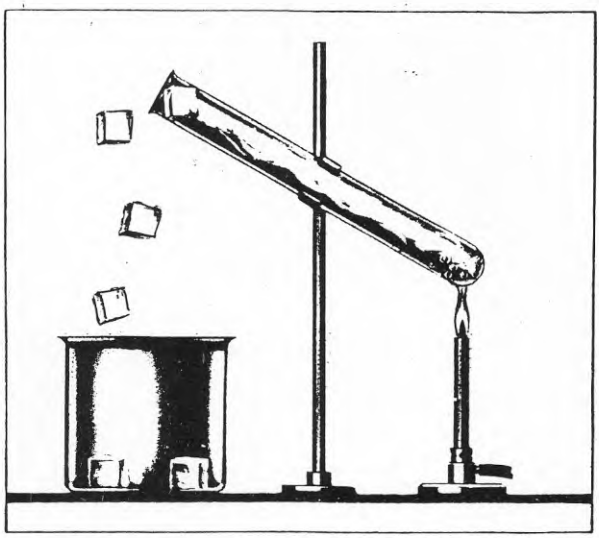
Värmeavgivning (värmeeffekt) $\dot{Q}_1/n = e \cdot I \cdot T_1 + \frac{R \cdot I^2}{2} - K\,(T_1 - T_2)$ [W]






7
6
5
4
3
2
1
0
CARNOT - PROCESS
t_1 = +40 °C
t_2 = -10 °C
KOMPRESSOR -
VÄRMEPUMP
Z - VÄRDEN FÖR TILL-
GÄNGLIGA MATERIALPAR
1 · 10^{-3}
2
5
10·10^{-3}
20
50
100·10^{-3}
200
500
1000·10^{-3}
Z, 1/K

THE MIRACLE
OF
ICE FROM HEAT



THE SCIENTIFIC MARVEL OF

Gas Refrigeration

EXPLAINED SO EVERYONE CAN UNDERSTAND IT

ELECTROLUX – SERVEL, 1936.

CFC–FORSKNING VID CTH

Engagerade personer:

5 forskarstuderande

3 seniorforskare (deltid)

1 forskare med tjänst på medel från Statens energiverk

TOTALT: Ungefär 6.5 manår/år

MÖJLIGA BLANDNINGAR

Diskuterade blandningar är t ex:

R22/R152a

R22/R142b

CFCs och kolväten

R22/R134a

R22/R134

R125/R142b

Blandningar av HCFCs/FCs och kolväten

PÅGÅENDE FoU-AKTIVITETER VID CTH

- Ickeazeotropa blandningar
  * Mätningar och uppskattningar av fysikalisk/kemiska data
  * Systemsimuleringar
  * Värmeöverföringsmätningar

- Kompressions/absorptionscykeln
  * Systemsimuleringar
  * Studier av olika arbetspar och processlösningar

- Utveckling av fallfilmsförångare
  * Värmeöverföringsmätningar för rena ämnen och blandningar

Samarbeten:

- STAL Refrigeration
  * Mätningar med ickeazeotropa blandningar på fullskaleaggregat i laboratoriemiljö

- Operating Agent för
  * IEA, Annex VI: Study of working fluid mixtures and high temperature working fluids for compressor driven systems (deltagande länder: Österrike, Danmark, Japan, Västtyskland, Sverige, USA)
  * IEA, Annex VII: New developments of the evaporator part of heat pump systems (deltagande länder: Sverige, Finland, Danmark, Canada, Norge)
  * IEA, Annex XIII: State and transport properties of high temperature working fluids and nonazeotropic mixtures (deltagande länder: Sverige, Japan, USA, Canada, Västtyskland, Norge)

6 BEHOV AV YTTERLIGARE FoU–SATSNINGAR OCH SAMARBETEN I NORDEN

Ordförande: Thore Berntsson

Diskussionen berörde följande teman:

1) Forskningssamarbete – vad kan uppnås?
2) Samarbete forskning – industri
3) Experiment– och demonstrationsanläggningar inom Norden
4) Informationsutbyte
5) Samarbete kring normer och rekommendationer

1) Forskningssamarbete –vad kan uppnås?

Thore Berntsson: Vi arbetar mot samma mål och därför blir det naturligt att man i flera fall arbetar med likartade uppgifter. Inom de arbeten som planeras kring R134a finns möjligheter till uppdelning av forskningsuppgifterna. Norden är intressant för ICI och det finns möjligheter att få hit R134a om man kan uppvisa samordnade insatser.

Per–Erling Frivik: Det finns många tankar kring detta och det har diskuterats tidigare. Vi har saknat ett samarbete då det gäller grundläggande forskning. Ett förslag är att samla forskare vid de olika institutionerna till ett seminarium en gång om året för diskussioner kring pågående forskning. I övrigt får vi nog finna oss i att liksom firmor konkurrera om forskningsanslagen. På nordiska medel finns möjligheter att inrätta professurer inom vissa områden, som man vill satsa på. CFC har stora förutsättningar att komma med på listan över professurer. Värmeöverföringsförsök med olika oljeinnehåll kan vara lämpligt område.

Lars–Olof Glas: Forskningen behöver inte enbart gälla termodynamiska data. På mindre köldmediesystem kan t ex jämförande försök göras med R134a och R12.

Thore Berntsson: På DTH studerar man nedbrytning av R134a. Litar industrin på forskningsresultaten?

Yngve Johansson: Vi litar på grundläggande data, men inte på att ni har möjlighet att bedöma de problem som kan uppstå praktiskt t ex vad gäller blandbarhet med oljor. Industrin har många praktiska aspekter att bidra med och det är viktigt att man inte forskar in sig i en praktiskt omöjlig situation.

Per Danig: Det tar ca 2 år från det att ett nytt medium finns i små mängder tills det är tillgängligt i stora kvantiteter. Under denna period är det lämpligt att forskningsinstitutioner gör grundläggande undersökningar.

Thore Berntsson: En gemensam nordisk forskningsinsats skulle kunna ge Norden en försöksanläggning.

Lars–Olof Glas: Man är ofta inte tillräckligt "provocerande" i ett forskningslaboratorium. Detta kan också gälla komponenttillverkare. Fabrikanterna måste tala om hur man skall testa.

Per–Erling Frivik: När det gäller värmeöverföringstal finns bra data egentligen endast för R12. Det finns behov av mer data för R22 och NH_3 för att få tillräcklig dimensioneringssäkerhet.

Yngve Johansson: De data vi använder för R22 och NH_3 innebär att vi prickar rätt på både förångningstemperatur och kondenseringstemperatur. Det finns inget behov att komma så mycket närmare. När det gäller nya medier är det en annan situation.

Lars–Olof Glas: Det är väsenligt med grunddata på ±10%. 10% noggrannhet är ofta tillräcklig eftersom provkörningar ändå görs.

Per–Erling Frivik: Bättre noggrannhet krävs.

Knut–Erik Madsen: Man bör se upp så att det inte forskas kring oekonomiska media. Ett 10 gånger högre pris och 15% sämre kapacitet för t ex R134a kan göra den oekonomisk.

Eric Granryd: Det är inte säkert att kapaciteten blir så mycket sämre. Det gäller att konstruera, design på papper och systemsimulering.

Lars–Olof Glas: "Små" experimentanläggningar kan ge en god helhetsbild av hur systemet fungerar – lämpligt t ex för att studera oljeblandningars inverkan.

2) Samarbete forskning – industri

Thore Berntsson: Kan vi samarbeta öppet eller blir vi låsta av sekretesskontrakt?

Yngve Johansson: Industrin utvecklar för att sälja sina egna produkter och krav från mediatillverkare kan vara största problemet. Det finns gränser för öppenheten.

Thore Berntsson: Ni har ett direkt intresse att samarbeta med forskningsinstitutioner för att komma till rätta med en del problem.

*Per–Erling Frivik:*Vad gäller konstruktionssidan så är den mekaniska sidan inte en uppgift för högskolan, men strömningsberäkningar och liknande kan vi klara. Ibland kan industrin behöva tester i "oavhängiga" laboratorier. Sådana tester har hos oss ofta kombinerats med simuleringshjälp.

Thore Berntsson: Det vi sagt om rena ämnen kan också gälla blandningar. Vad kan vi göra när det gäller samarbete industri högskola betr ammoniak och kolväten?

Lars–Olof Glas: Det finns problem med regelverken, speciellt för direkt ersättning. Se upp med säkerhetsfrågor. Som installatör måste jag vara mycket försiktig, eftersom jag är ansvarig.

Per–Erling Frivik: Det är viktigt att visa i någon anläggning att det går bra med både ammoniak och propan. Det är viktigt att vi kommer fram med tekniskt nyttiga förslag.

Lars–Olof Glas: Man kan bygga säkert med explosiva medier. Vad kostar det jämfört med annan teknik och hur kommer vi fram till den kostnaden?

Yngve Johansson: NH_3 måste värderas som medium i några R12–områden.

Thore Berntsson: Hur kommer vi till kunskapen om var vi kan sätta in NH_3?

Lars–Olof Glas: Det finns beskrivet vilka regler som gäller och de kan vara grunden till sådana studier.

Per–Erling Frivik: Det är inte säkert att reglerna blir lika hårda i alla länder. Norge har t ex inte lika hårda regler.

Bernt Bäckström: Det hjälper inte oss. Det behövs "forskningsresultat" för att övertyga myndigheterna. Bristen på kunskap och regler är den stora boven och då behövs faktaunderlag.

Thore Berntsson: Vi borde alltså ge i uppgift till branschorganisationerna att ta till sig de experter man behöver.

Sæbjørn Røsvik: När man visat att en sak går borde det vara lättare att få godkännande.

3) Experiment– och demonstrationsanläggningar inom Norden

Thore Berntsson: Detta gäller både nya medier och gamla i nya applikationer. Målet med forskningen bör vara att göra experimentanläggningar och dela upp arbetet på vägen dit. Kan en sådan task–sharing göras? Varje land kan t ex bidra med en anläggning och så delar man på erfarenheterna. Då skulle industrin komma in direkt.

Arne Bredesen: Ett konkret mål kunde vara ett visst antal anläggningar på en viss tid.

Flemming Boldvig: När avtal och normer m m fallit på plats kan expertgruppen ta ställning till vilka projekt som behövs.

Per–Erling Frivik: Nordiskt "forskningsinstitut" för experimentanläggningar?

Thore Berntsson: Statens energiverk kan kanske bidra till nya anläggningar som kan vara av intresse för framtiden. Man bör börja med de anläggningar som finns.

Bernt Bäckström: Jag vill betona att man skiljer på experiment– och demonstrationsanläggningar. De senare skall vara i sin rätta miljö.

4) Informationsutbyte

Thore Berntsson: Ett informationscentrum med sekretariat och en nordisk publikationsserie har föreslagits.

Per–Erling Frivik: Går man in i ett nordiskt samarbete är utbyte viktigt. Publikationsserie är möjligt inom ett sådant arbete. Löpande information är enkelt att driva, eftersom vi har erfarenhet från Scandinavian Refrigeration. Mitt önskemål är att man använder existerande organ. Det är inte lätt att etablera något nytt. Newsletter skulle vara lättare att genomföra.

Thore Berntsson: Vi kommer att publicera oss på många olika sätt. Den kombinerade nordiska kyl– och värmepumpgruppen kunde kanske ha något newsletter.

Lars–Olof Glas: Utmärkt att ha Scandinavian Refrigeration som ett rapportorgan.

Per Danig: Förslaget om publikationsserie avsåg monografier och inte ett bestämt antal. Som exempel kan ett nummer behandla läcksökning och man skall vara klar över målgruppen.

Arne Bredesen: Minimum är att man träffas en gång per år för utbyte av information.

Lennart Vamling: Gästforskarutbyte borde inte glömmas bort.

Per–Erling Frivik: Det skulle möjliggöra "filosofi–utbyte".

5) Samarbete kring normer och rekommendationer

Thore Berntsson: Vi har krav på oss att vi måste se till att det blir samordning i Norden. Vi måste framför allt ha ögonen på EG.

Lars–Olof Glas: Underskatta inte svårigheterna. 1968 påbörjades arbetet med en internationell kylnorm. Den är ännu inte klar. Industri–forskare kan komma med önskemål och hoppas att myndigheterna tar det till sig. Det är svårt att få myndigheterna att acceptera saker som man är enig om, så jag misströstar.

Eric Carlsen: Norge har planer på samarbetsgrupper för att samordna normer.

Per–Erling Frivik: Även om man inte har inflytande över myndigheterna kan branschen utforma en nordisk "code of good practice".

Per Danig: Ett tidigt nordiskt samlat förslag skulle ha varit starkt påverkande på EG. Det danska problemet är nu om vi skall följa EG eller Sverige. Svenskarna har en låst position.

Thore Berntsson och *Lars–Olof Glas* ansåg inte det svenska läget låst.

Per–Erling Frivik: Skall vi lämna ifrån oss förslag/krav på nordisk samordning? EG–samordning?

Eli Vike: Norge och Sverige har ofta en strängare tillämpning än EG. Om vi vill ha strängare regler måste vi kunna ha det.

Knut–Erik Madsen: Mannesmann vill sälja vakuumisolerade rör, vilket kan innebära att man även i Tyskland väntar sig bestämmesler. Det är inte säkert att de tyska reglerna blir mindre stränga än våra.

Flemming Boldvig: Det är viktigt att vi rapporterar från alla möten till myndigheterna att det är en process på gång. PRESS RELEASE!

Bernt Bäckström: Det logiska vore ju att Danmark skrev ihop ett förslag och att övriga länder ställde sig bakom.

Per Danig: Om avståndet från Montreal–protokollet blir för stort får vi inget inflytande.

Thore Berntsson: Mötena i Rom och Purdue blir viktiga för att känna på den internationella vinden.

7 FORTSATTA AKTIVITETER

Ordförande: Per–Erling Frivik

Per–Erling Frivik: De två stora aktiviteter som ligger närmast är: Expertgruppsmöte i Oslo i augusti om CFC; Seminarium i Köpenhamn i v2, 1989. Detta skall handla om normer och rekommendationer, om inte något annat angeläget framkommer.

Knut–Erik Madsen: Hur långt har arbetet med reglerna kommit?

Eli Vike: Förslaget har troligen inte kommit så långt utan man har möjlighet att påverka efter seminariet i Köpenhamn.

Björn Dahlroth: Det är viktigt att branschorganisationerna verkar för att våra myndigheter samordnar sig. Detta kan ge oss "lämpligare" regler.

Per–Erling Frivik: Fram till seminariet i Köpenhamn bör expertgruppen för kylsidan bildas. I denna bör maximalt 2 personer från varje land ingå. Branschföreningarna har fått i uppdrag att utse dessa. Anslag kommer att sökas hos Nordisk Ministerråd för att bilda den gemensamma expertgruppen. CFC i ett vitt perspektiv kommer också att föreslås som ett av områdena under Nordisk Ministerråd.

DELTAGARFÖRTECKNING – CFC–SEMINARIUM 3–4 MAJ 1988 PÅ CTH

Danmark

Flemming Boldvig
Th. Ths. Sabroe & Co
Chr. X's vej 201
DK–8270 HØJBJERG

Per Danig
DTH
Lab f Køleteknik
Bygn 402
DK–2800 LYNGBY

Poul Erik Hansen
Danfoss A/S
DK–6430 NORDBORG

H.J. Høgaard–Knudsen
DTH
Lab f Køleteknik
DK–2800 LYNGBY

Preben Munther
Teknologisk Institut
Gregersenvej
DK–2630 TÅSTRUP

Per Henrik Pedersen
Miljøstyrelsen
Strandgade 29
DK–1401 KØBENHAVN K

Sv. E. Thuesen
Danfoss A/S
DK–6430 NORDBORG

Finland

Aslak Larjo
D–Ilmastointi Oy
Ojamaankatu 1
SF–15230 LAHTIS

Risto Tarjanne
EKONO
P.O. Box 27
SF–00131 HELSINKI

Norge

Arne M. Bredesen
NTH
Inst f kuldeteknikk
N–7034 TRONDHEIM

Erik Carlsen
Kuldeteknikk AS
Prof. Birkelands vej 24 C
N–1081 OSLO

Eli Vike
Statens Forurensningstilsyn
Postboks 8100 Dep.
N–0032 OSLO 1

Per–Erling Frivik
SINTEF
Avd f kuldeteknikk
N–7034 TRONDHEIM

Erling Gustavsen
Norsk Kylteknisk förening
Postboks 64
N–3090 HOF

Hans T. Haukås
NTH
Inst f kuldeteknikk
N–7034 TRONDHEIM

Gustav Lorentzen
SINTEF
Avd f kuldeteknikk
N–7034 TRONDHEIM

Knut–Erik Madsen
Oslo Lysverker
Postboks 2481 – Solli
N–0202 OSLO 2

Petter Nekså
SINTEF
Avd f kuldeteknikk
N–7034 TRONDHEIM

Sæbjørn Røsvik
A/S Miljøplan
Kjørbovejen 23
N–1300 SANDVIKA

Per Samuelsen
Finsam A/S
Postboks 3064 El
N–0207 OSLO 2

Sverige
Thore Berntsson
Chalmers tekniska högskola
Inst f värmeteknik o maskinlära
S–412 96 GÖTEBORG

Bernt Bäckström
Energiprojekt AB
Skånegatan 37
S–412 52 GÖTEBORG

Björn Dahlroth
VAST
Box 1704
S–111 87 STOCKHOLM

Lars–Olof Glas
Skandinavisk Termoekonomi AB
Östermalmsgatan 7
S–114 24 STOCKHOLM

Erik Granryd
KTH
Inst f mek. värmeteori och kylteknik
S–100 44 STOCKHOLM

Ann–Marie Hellgren
Chalmers Industriteknik
Chalmers Teknikpark
S–412 88 GÖTEBORG

Marine Högberg
Chalmers tekniska högskola
Inst f värmeteknik o maskinlära
S–412 96 GÖTEBORG

Yngve Johansson
STAL Refrigeration AB
Butangatan 14–16
S–601 87 NORRKÖPING

Anders Lindborg
Frigoscandia AB
Box 912
S–251 09 HELSINGBORG

Bengt Lundqvist
Byggforskningsrådet
Sankt Göransgatan 66
S–112 33 STOCKHOLM

Lennart Vamling
Chalmers tekniska högskola
Inst f värmeteknik och maskinlära
S–412 96 GÖTEBORG

Great Britain
Dick Powell
ICI

Bilaga 2

NORDISKT SEMINARIUM OM CFC–PROBLEMET INOM KYL– OCH VÄRMEPUMPTEKNIKEN

PROGRAM

Dag 1, 3 maj

08.00–08.30 Registrering

08.30–09.30 **Övergripande aspekter**
Ordf.: Risto Tarjanne, Finland
Inledning och bakgrund; Per–Erling Frivik, Norge
Pågående arbeten internationellt (IEA och IIR); Thore Berntsson, Sverige
Resultat av enkät i de nordiska länderna; Thore Berntsson, Sverige

09.30–09.45 Kaffe

09.45–11.45 **Situationen avseende användning av CFC, lagar, normer och rekommendationer i de nordiska länderna**
Ordf.: Bengt Lundqvist, Sverige
Presentationer:
Per Danig, Danmark
Antero Aittomäki/Aslak Larjo, Finland
Maria Gunnarsdottír, Island
Per–Erling Frivik, Norge
Lars–Olof Glas, Sverige
Diskussion

11.45–12.45 Lunch

12.45–17.30 **Förberedda presentationer angående möjliga kort– och långsiktiga åtgärder**
Ordf.: Per Danig, Danmark
Reduktion av utsläpp av CFC genom tekniska åtgärder och vid övergång till andra medier; Hans T. Haukås, Norge
Rutiner för hantering och uppsamling/destruktion av köldmedier; Per Danig/H.J. Högaard–Knudsen, Danmark
Krav på köldmedier; Gustav Lorentzen, Norge
Nya, möjliga köldmedier; Dick Powell, ICI, England
Framtida användningsmöjligheter för ammoniak; Anders Lindborg, Sverige
Framtida användningsmöjligheter för ickeazeotropa blandningar; Thore Berntsson, Sverige

15.00–15.30 Kaffe

Ordf.: Bernt Bäckström, Sverige
Alternativa kyl– och värmepumpprocesser; Eric Granryd, Sverige
Olika nordiska tillverkares synpunkter på möjliga/nödvändiga omställningar; Representant från Stal Refrigeration, Danfoss, Sabroe och Finsam.
Brukarens synpunkter på möjliga/nödvändiga omställningar; Knut–Erik Madsen, Norge

20.00 Middag på hotell Scandinavia

Dag 2, 4 maj

08.30.–13.00 **Kartläggning och prioritering av kort– och långsiktiga åtgärder**
Ordf.: Arne M. Bredesen och Per–Erling Frivik, Norge

08.30 Orientering om uppläggningen. Indelning i 4 arbetsgrupper.
Gruppordförande:

Jörgen Lemming, Danmark	Grupp 1
Antero Aittomäki, Finland	Grupp 2
Petter Nekså, Norge	Grupp 3
Eric Granryd, Sverige	Grupp 4

08.45 Grupparbete i separata rum
Del 1 (ca 1 tim)
Kartläggning av vad man tycker och vad som är det största problemet/utmaningen i föreliggande situation
Del 2 (ca 1 tim)
Kartläggning och prioritering av de viktigaste åtgärderna på kort och lång sikt

11.00 Redovisning av grupparbetena av resp gruppordförande (20 min per grupp)
Diskussion

13.00 Lunch

14.00–16.30 **FoU–situationen i de nordiska länderna**
Ordf.: Maria Gunnarsdottír, Island
Pågående och planerad högskoleforskning
H.J. Högaard–Knudsen, Danmark
Antero Aittomäki, Finland
Maria Gunnarsdottír, Island

15.00–15.15 Kaffe

Per–Erling Frivik, Norge
Eric Granryd, Sverige
Thore Berntsson, Sverige

16.30–17.30 **Behov av ytterligare FoU–satsningar och samarbeten i Norden**
Diskussionsledare: Thore Berntsson, Sverige

17.30–18.00 **Fortsatta aktiviteter**
Diskussionsledare: Per–Erling Frivik, Norge

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 871238-8 från Statens råd för byggnadsforskning till Stiftelsen Chalmers Industriteknik, Göteborg.

Art.nr: 6709067

Abonnemangsgrupp:
W. Installationer

R67: 1989

ISBN 91-540-5066-9

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Cirkapris: 66 kr exkl moms