
Forord

Servicemanualen for DuPont kuldemedier ble publisert første gang i 1964. Formålet var å gi serviceingeniører og teknikere kunnskap og anbefalinger. Manualen er revidert og oppdatert tre ganger, siste gang i 1983, og er publisert på syv språk.

Vi presenterer nå en helt ny og omskrevet norsk utgave. Denne utgaven legger vekt på forandringene som kuldeindustrien har gjennomgått de senere årene. På tross av disse endringene er fortsatt mange grunnleggende faktorer gjeldene.

Kjøling utgjør en viktig del av menneskenes aktiviteter; Oppbevaring, transport og fordeling av mat, konservering av farmasøytiske og medisinske produkter, samt i prosessindustrien. Dersom temperaturkontrollert oppbevaring og fordeling ikke fungerer vil det medføre tap som verdens økologi ikke tåler. Luftkondisjonering er viktig for å gi tilfredsstillende arbeidsforhold.

Både kulde- og luftkondisjoneringsanlegg benytter kuldemedier som er kjemiske forbindelser under trykk. Av sikkerhetsmessige årsaker bør kuldemedier så langt som mulig være ikke-brennbare, ikke-eksplosive og ha lav giftighetsgrad.

Anleggene må være pålitelige og store resurser bør avsettes for å unngå lekkasjer. Demontering og åpning av systemene i forbindelse med service, bør reduseres til et minimum. Dette forutsetter dyktighet og høy fagkunnskap hos kuldemontørene.

Hensikten med denne manualen er å assistere alle som jobber med nye og eksisterende kulde- og luftkondisjoneringsanlegg som går på SUVA® kuldemedier, for å oppnå best mulig resultat.



Innholdsfortegnelse

Kapittel:	Side:	Kapittel:	Side:
1 Innledning	4	5.5.3 Sirkulasjon av smøremiddelet:	
1.1 Ozonlaget	4	Oljeretur tilbake til kompressor	20
1.1.1 Historisk bakgrunn	4	5.5.4 Oljeutskiller	20
1.1.2 Hva er ozonlaget ?	4	5.6 Påfylling av smøremiddel	20
1.1.3 Nedbryting av ozon	4	5.6.1 Service	20
1.1.4 Ozonnedbrytende potensial	4	5.6.2 Forsiktighetstiltak	20
1.1.5 Dagens forskning	4	5.6.3 Påfylling av olje	21
1.1.6 Andre teorier	5	5.6.4 Prosedyre for oljebytte	21
1.1.7 Ozonlagets fremtid	5	5.6.5 Avtapping av olje	21
1.2 Global oppvarming	5	5.6.6 Anbefalt metode for oljebytte	21
1.2.1 Drivhuseffekten	5	5.6.7 Alternativ metode	22
1.2.2 TEWI	6	5.6.8 Inntrenging av luft	22
2 Bakgrunnsinformasjon	7	6 Behandling av forurensninger	23
2.1 Enheter	7	6.1 Betydningen av å holde anlegget rent	23
2.2 Grunnleggende kuldeteknikk	7	6.2 De vanligste forurensningene	23
2.2.1 Introduksjon	7	6.2.1 Luft	23
2.2.2 Grunntrekk	7	6.2.2 Vann	23
2.3 Definisjon av fluorkarboner	11	6.2.3 Oksider	23
2.4 En-komponent kuldemedier og azeotroper	12	6.2.4 Faste partikler	24
2.5 Zeotropiske kuldemedier	12	6.2.5 Andre forurensninger	24
2.6 Praktiske følger ved bruk av zeotropiske kuldemedier	13	6.3 Vakuumering	24
3 DuPont SUVA® kuldemedier	14	6.3.1 Betydningen av vakuumering	24
3.1 Spekteret av DuPont SUVA® kuldemedier	14	6.3.2 Vakuumeringsmetode	24
3.2 Valg av DuPont kuldemedium	15	6.3.3 Vann i dampform	24
4 Forenlighet mellom SUVA® kuldemedier og materialer	16	6.3.4 Nøyaktig vakuumering ved lave trykk	25
4.1 Termisk nedbryting	16	6.3.5 Vakuumeringsmetoder	25
4.2 Forenlighet med materialer	16	6.3.6 Vakuumpumpens kapasitet	25
4.2.1 Forenlighet med metaller	16	6.3.7 Mengden av vann i væskeform	25
4.2.2 Forenlighet med elastomer	16	6.4 Håndtering av forurenset kuldemedium	25
4.2.3 Forenlighet med plast	16	7 Vann og tørking	26
5 Smøremidler og deres oppførsel sammen med SUVA® - kuldemedier	18	7.1 Hvorfor bekymre seg for vannet ?	26
5.1 Smøremidler til bruk sammen med SUVA® kuldemedier	18	7.2 Hvor mye vann kan tillates ?	26
5.2 Blandbarhet mellom smøreoljer og SUVA® kuldemedier	18	7.3 Løselighet	26
5.3 Rester av mineralolje	18	7.3.1 Løselighet av vann i flytende kuldemedium	26
5.4 Smøremidlenes kvalitet	19	7.3.2 Løselighet av kuldemedium i vann	26
5.5 Smøremiddelets viskositet	19	7.4 Fuktighetsindikator	26
5.5.1 Standard viskositet	19	7.4.1 Seglassets indikator	26
5.5.2 Viskositet i et kuldeanlegg	19	7.4.2 Væskeindikator	26
		7.5 Tørking	27
		7.6 Tørrefilterets funksjon	27
		8 Hvordan holde anlegget rent og tørt ?	28
		8.1 Renslighet og SUVA® kuldemedier	28
		8.2 Vedlikehold av sylindre	28
		8.3 Fordeler med rene, tørre rør og fittings	28

Kapittel:	Side:	Kapittel:	Side:
9 Lodding og sveising	29	12.3 Metoder	37
9.1 Forberedelser til røropplegget	29	12.3.1 Lekkasjeovervåkning	38
9.2 Riktig sammenføyning	29	12.3.2 Stedsbestemmelse	38
9.3 Lufting med inertgass	29		
9.4 Flussmiddel	29	13 Konvertering av eksisterende anlegg	39
9.5 Tilførsel av varme	30	13.1 Konvertering av eksisterende anlegg fra KFK til et ikke-KFK-medium	39
9.6 Påføring av loddemetall	30	13.2 Hvordan velge et ikke-KFK medium ?	39
9.6.1 Smelting av loddemetallet	30	13.3 Konvertering av anlegg fra R12 til SUVA® MP39 og SUVA® MP66	39
9.6.2 Store rør	30	13.3.1 Valg av medium	40
9.6.3 Sølvholdig loddemetall med lavt smeltepunkt	30	13.3.2 Forenlighet med materialer og olje	40
9.7 Bryte opp loddeskjøter	30	13.3.3 Komponenter som må byttes	40
9.7.1 Service av alle typer kuldeanlegg	30	13.3.4 Utstyr til konvertering	40
9.7.2 Lokal korrosjon	31	13.3.5 Konverteringsprosedyre	40
9.7.3 Epoxybaserte materialer	31	13.4 Konvertering fra R502 til SUVA® MP80 SUVA® MP81	41
10 Motorbrann	32	13.4.1 Valg av kuldemedium	41
10.1 Generelt	32	13.4.2 Forenlighet	41
10.2 Sikkerhetsregler	32	13.4.3 Komponenter som må byttes ut	42
10.3 Inspeksjon	32	13.4.4 Utstyr til konvertering	42
10.4 Behandling av kuldemediet	32	13.4.5 Konverteringsprosedyre	42
10.5 Rengjøring	33		
10.5.1 Ingen store restmengder av karbon eller annet nedbrutt materiale	33	14 Sikkerhet	44
10.5.2 Svært forurenset anlegg	33	14.1 Sikker behandling av SUVA® HP	44
10.5.3 Burn-out filter	33	14.1.1 Introduksjon	44
10.6 Oppfølging	33	14.1.2 Egenskaper	44
11 Påfylling av kuldemedium	34	14.1.3 Grenseverdier	44
11.1 Betydningen av riktig påfylling	34	14.1.4 Behandling av SUVA® -mediene	44
11.2 Kontrollér navneskiltet på fabrikkmonterte systemer	34	14.1.5 Førstehjelp	45
11.3 Les veiledningen	34		
11.4 Gassfylling	34	Vedlegg:	
11.5 Påfylling fra væskefasen	35	I) SI konverteringstabeller	46
11.5.1 Kuldemediebeholderen kobles til påfyllingsventilen	35	II) Fysiske egenskaper og Ashrae standard 34 klassifisering av SUVA® -kuldemedier	48
11.5.2 Sylinderventilen åpnes og fylleslangen skylles	35	III) Trykk-entalpidiagrammer (mollier/ logp-h diagrammer) for SUVA® HCFC-123, FREON® 22, SUVA® HCFC-124, SUVA® HFC-125, SUVA® HFC- 134a, SUVA® MP39, SUVA® MP52, SUVA® MP66, SUVA® HP62, SUVA® HP80, SUVA® HP81, SUVA® 9000, SUVA® 9100, HFC-23, SUVA® 95.	50
11.5.3 Steng ventilen på væsketankens utløp	35	IV) Etterord	65
11.5.4 Påfyllingsventilen åpnes sakte for væskepåfylling	35		
11.5.5 Hold øye med høytrykket	35		
11.6 Anlegg uten seglass	35		
11.7 Fylling av et lite anlegg med kapillarrør eller luftkondisjoneringsanlegg med variabel fyllemengde	36		
12 Lekkasjesøking	37		
12.1 Design som reduserer faren for lekkasje	37		
12.2 Symptomer	37		

Kapittel 1 Innledning

1.1 Ozonlaget

1.1.1 Historisk bakgrunn

Da R12 ble funnet opp i 1928 ble det ansett som det perfekte kuldemedium: Kjemisk og termisk stabilt, ikke brennbart, eksplosivt eller korrosivt, og med svært lav giftighetsgrad. (Ingen stoffer blir beskrevet som ikke-giftige). I tillegg var det et meget godt kuldemedium. Ingen av disse egenskapene er endret. Hvorfor er da R12 og de andre KFK-mediene forbudt å bruke?

Årsaken er at de anses som skadelige for ozonlaget.

1.1.2 Hva er ozonlaget ?

Ozonlaget er et sjikt med relativt høy konsentrasjon av ozon (O_3), opptil 10 ppm (parts per million). Dette sjiktet finnes i stratosfæren i en høyde på omkring 15 - 35 km over jordoverflaten. Ozon dannes naturlig vha. sollys som treffer vanlig oksygen (O_2). Ozon blir kontinuerlig dannet og nedbrutt vha. kjemiske reaksjoner som finner sted i stratosfæren. Her er det store naturlige endringer i konsentrasjonen av ozon: F.eks. endres den med 25% mellom sommer og vinter over mesteparten av Europa.

Årsaken til at ozonlaget er så viktig er at det filtrerer ut en viss mengde med ultrafiolette stråler som ellers ville treffe jordens overflate. Den delen av strålingen som har en bølgelengde på mellom 280 og 320 nanometer (10^{-6} m) klassifiseres som «UV-B» -stråler.

Vi har også «UV-A» -stråler som anses som ufarlige, og «UV-C» som er svært skadelige, men som heldigvis finnes i svært små mengder. En betydelig økning i UV-B stråling vil ha en skadelig effekt på mennesker, dyr og planter. Alt liv på jorden har vokst opp med dette filteret intakt. En reduksjon eller uttynning av ozonlaget vil få alvorlige konsekvenser. Dette innebærer også skade på avlinger og sjøliv og en økning i grå stær hos mennesker og dyr, samt en bestemt type hudkreft hos menneskene.

1.1.3 Nedbrytning av ozon

Når menneskelige aktiviteter medfører at den naturlige nedbrytingshastigheten øker, kalles dette ozonnedbryting. Dvs. at nedbrytingshastigheten er høyere enn den tiden det tar å danne ozon. Klor anses for å være det destruktive elementet som reagerer med ozon og danner vanlig oksygen. Når denne reaksjonen gjentas gang på gang, «en katalytisk kjedereaksjon», kan et eneste kloratom ødelegge flere tusen ozonmolekyler. Brom er enda mer skadelig enn klor.

Klor som avgis naturlig fra jordoverflaten påvirker ikke ozonlaget da det reagerer med andre stoffer og danner forskjellige mer eller mindre ustabile komponenter, som er fortynnet og skilt ut av troposfæren (den laveste delen av atmosfæren). Klor som er forbundet til det svært stabile KFK-molekylet, reagerer ikke før det når stratosfæren. Her brytes KFK-molekylet ned og frigjør klor slik at det reagerer med ozonmolekylene i ozonlaget. HKFK-molekylet er mye mindre stabilt i troposfæren enn KFK-molekylet (selv om det er svært stabilt i kuldeteknisk sammenheng) slik at mesteparten av HKFK-molekylene som frigis, brytes ned før de når ozonlaget i stratosfæren.

1.1.4 Ozon-nedbrytende potensial

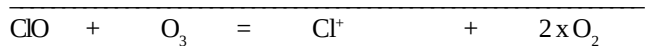
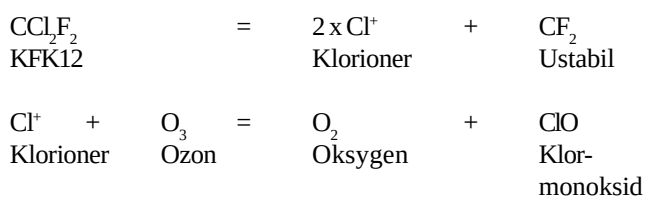
Ozon-nedbrytingspotensialet (ODP) er den beregnede mengden av nedbrytingen som er forårsaket av frigivelse av en gitt mengde (1 kg) med en bestemt sammensetning: Sammenlignet med nedbrytingseffekten av tilsvarende masse KFK11. Beregningen tar i betraktning alle de potensielle effektene sammensetningen har på stratosfærisk ozon i løpet av den tiden hvor rester av stoffet forblir i atmosfæren. Dvs. det totale potentialet som sammensetningen vil fortynne ozonlaget. Det ozonnedbrytende potentialet til KFK er høyt sammenlignet med andre stoffer: KFK11 som har høyest ODP, er satt lik 1,0. Det finnes ingen måleenhet for ODP, bare sammenlignbare størrelser. ODP og GWP (se kap 1.2.1) til de forskjellige stoffene er oppgitt i vedlegget, del II bak i manualen. HKFK-mediene (se definisjon 2.3) har mye lavere ODP-verdier enn KFK, i området 1/10 til 1/28 av KFK-mediene.

HFK har null ODP. Siden molekylene ikke inneholder klor eller brom, bryter de ikke ned ozonlaget.

1.1.5 Dagens forskning

Det er tilsynelatende et enstemmig syn blant vitenskapsmenn som har studert utviklingen, at ozonlaget virkelig er i ferd med å brytes ned, og at KFK-mediene har en stor del av skylden. Det har aldri tidligere vært så stor enighet om dette. I 1972 publiserte en britisk vitenskapsmann, professor James Lovelock, en rapport som beskrev hans kartlegging av KFK-gasser (spesielt R12 og R11) i troposfæren. Han ble overrasket da han fant svært

små mengder. To amerikanske vitenskapsmenn, Sherwin Rowland og Mario Molina, publiserte i 1974 et magasin som ble kalt «The Ozone Theory». Dette var basert på Lovelocks rapport. I løpet av de neste femten årene ble teorien svært omdiskutert. Selv om de matematiske beregningene er blitt endret, er nå hovedlinjene i teorien generelt akseptert. KFK-gassene brytes ikke ned og forårsaker ikke forurensning i troposfæren pga. deres kjemiske stabilitet. KFK-molekylene føres intakt opp i ozonlaget der de brytes ned ved direkte kontakt med sollyset. Klor som frigjøres i denne kjemiske nedbrytingen reagerer så med ozonmolekyler i ozonlaget og omdanner dem til vanlig oksygen. Den kjemiske reaksjonen kan forenkles slik



Denne reaksjonene gjentar seg mange ganger. Det er denne katalyserende syklus som forårsaker nedbrytingen av ozonlaget. «The Ozone Theory» forble en teori uten bevis inntil 1987. Da rapporterte British Antarctic Survey om en rekke observasjoner gjort i løpet av en tyveårsperiode. Disse viste at ozonlaget over sydpolen var blitt betydelig redusert for hvert år og nedbrytningshastigheten hadde økt for hvert av de siste ti årene. Dette kalles «det antarktiske ozonhullet». En NASA-ekspedisjon bekreftet vha. ballonger og høytgående fly de grunnleggende funnene i rapporten til British Antarctic Survey og beviste sammenhengen med klorteorien, ref. fig. over. Ozonteorien har i dag (1995) vist seg i hovedtrekk å være korrekt.

1.1.6 Andre teorier

Andre teorier som tar for seg ozonlaget bør også nevnes. Noen av dem kan virke overbevisende og tiltrekke seg oppmerksomhet fordi ozonlaget ikke er konstant. Som nevnt i kapittel 1.1.2 er det store variasjoner mellom sommer og vinter. Tykkelsen på ozonlaget kan også variere i løpet av en dag, eller sett i større sammenheng, i løpet av en syklus på 11 år.

Ozonlaget er ikke like tykt over hele jorden: Det er tykkest over nord- og sydpolen og tynnest over ekvator. Det er derfor svært vanskelig å måle ozonlaget nøyaktig, og dermed oppdage endringene som heldigvis har vært små til nå.

Større vulkanske utbrudd slik som Mt. Pinatubo i 1991, medfører imidlertid økning av ozonnedbrytningen. Virkningen av slike hendelser er av relativt kort varighet og gjør seg ofte gjeldende i en til tre år etter utbruddet. Det inntreffer ikke mange nok utbrudd til å forklare den registrerte reduksjonen i den stratosfæriske ozonen. Fly med hastighet høyere enn lydens, som befinner seg i stratosfæren, har sannsynligvis en virkning på ozonlaget. Med så få flygninger som i dag, er betydningen av disse liten.

Metylbromid som finnes naturlig i verdenshavene, blir betraktet som et betydelig ozonnedbrytende stoff. Menneskeproduserte kilder er gasser som avgis fra jorden, forbrenning av biomasse og forurensning fra biler som går på blyholdig bensin.

1.1.7 Ozonlagets fremtid

I 1995 ble ozonlagets fremtid vurdert som tilfredsstillende forutsatt at igangsatte tiltak blir opprettholdt iht. kriteriene i Montreal-protokollen. Økningen av ozonnedbrytende stoffer i atmosfæren, spesielt R11 og R12, er redusert. Organisk klor i troposfæren økte bare med 1.6 % i 1992, men med 2.9% i 1989. Mengden av klor og brom i troposfæren regnes å ha nådd sitt toppnivå i 1994 (dette er ikke bekreftet), og vil deretter bli redusert. Det høyeste nivået i stratosfæren ventes tre til fem år senere. Ozonnedbrytningen ventes derfor å fortsette til slutten av 1990-årene. Gradvis forbedring av ozonlaget begynner i det 21. århundrede.

1.2 Global oppvarming

1.2.1 Drivhuseffekten

Global oppvarming er et eget emne og et problem for hele verden. Det påvirker hele verdensklimate med store konsekvenser. Økende oppvarming gir store sosiale konsekvenser. Endringer i klimaet påvirker avlingene og en mulig smelting av polarisen medfører oversvømmelse

av lavtliggende kystområder.

Solstråler omdannes til varme ved kontakt med atmosfæren og jordoverflaten. En stor del av varmen reflekteres ut i rommet, men noe av den fanges opp i atmosfæren av forskjellige gasser. Disse kalles drivhusgasser fordi de absorberer en del av den utgående varmen. Denne effekten er analog til det som skjer i et drivhus. Gassene bidrar til å øke temperaturen på jordoverflaten og dermed også til den globale oppvarmingen. Den mest betydningsfulle drivhusgassen er karbondioksid. Den finnes i atmosfæren i svært store mengder. KFK-gassene og mange av deres erstatninger er også drivhusgasser. Disse finnes det mye mindre av, men de har større effekt pr. masseenheter. Sammenligning av det «globale oppvarmingspotensialet» (GWP) av forskjellige gasser er mer komplisert enn å sammenligne ODP-verdiene. I tillegg til gassens egenskap (infrarød energiabsorpsjon) må man ta med i betraktning gjennomsnittlig medgått tid før gassen er slettet fra atmosfæren. Her er det store variasjoner: Karbondioksid forblir i atmosfæren i mer enn 500 år, mens HKFK-123 og HFK-152a har estimert atmosfærisk levetid på mindre enn to år. Selv om karbondioksid er det virkelige sammenlignings-grunnlaget, kan den ikke sammenlignes fullt ut med andre drivhusgasser. Årsaken er at den ikke har en endelig atmosfærisk levetid. Det er imidlertid mulig å sammenligne med KFK-11 som har en endelig levetid i atmosfæren på 55 år. Dette er utgangspunktet for å beregne størrelsen av GWP eller HGWP.

GWP angir ofte tidsperioder (integrasjonstidshorisont ITH) . Disse periodene er som regel på 20, 100 eller 500 år. I litteraturen har GWP som regel en tidshorisont på 100 år dersom ikke annet er angitt. I tillegg til karbondioksid og de forskjellige fluorkarbonene, er også metan og ozon i troposfæren drivhusgasser.

1.2.2. TEWI

Total global oppvarmingseffekt, eller TEWI, er en måte å måle et stoffs innvirkning på miljøet (f.eks. global oppvarming). TEWI tar med i betraktning den direkte effekten av det utsendte kuldemediet og den «indirekte» oppvarmingseffekten av avgitt karbondioksid som følge av nødvendig energiforbruk i løpet av anleggets forventede levetid. For et typisk, moderne kuldeanlegg utgjør den indirekte globale oppvarmingen mer enn 90% av TEWI.

Kapittel 2 Bakgrunnsinformasjon

2.1 Enheter

I Europa er det obligatorisk å benytte det internasjonale enhetssystemet (SI). Systemet blir ikke benyttet i USA, derfor oppgir mange fagbøker og spesifikasjoner viktig informasjon med britisk/amerikansk enhet eller i hht. det gamle metriske systemet. Konverteringstabeller finnes i vedlegget, bak i denne manualen.

Her beskrives noen enheter:

I hht. SI-reglene skal *temperatur* oppgis i Kelvin (K): 0 K = det absolutte nullpunkt.

Temperaturdifferanser blir også oppgitt i Kelvin. Bruk av Celsius (°C) er tillatt og vil bli benyttet i denne manualen.

I SI-enhet blir *trykk* oppgitt i Pascal (Pa): Til og med i vitenskapelig sammenheng benyttes kiloPascal (kPa). I denne manualen benytter vi imidlertid bar slik som er vanlig i industrien. Bar ligger nær opp til, men er ikke identisk med, atmosfære-enheten, som ble brukt i det eldste metriske systemet.

1 bar eller 100 kPa er gjennomsnittet av atmosfæretrykket. Null bar eller 0 kPa er et absolutt vakuum og det finnes ikke negative verdier. Allikevel blir de fleste trykkmålinger basert på null bar = atmosfærisk trykk (som er ekvivalent med 1 bar absolutt, 1 standard atmosfære = 101,325 kPa). Amerikanerne skiller klart mellom psia (pounds per kvadratmeter tomme absolutt) og psig (pounds per måletrykk). Dersom det bare er oppgitt psi, uten tillegg av «a» eller «g», menes vanligvis manometertrykket (g): Slik upresis skrivemåte bør bare benyttes når det refereres til trykkforskjeller.

Viskositet: SI-enheten for kinematisk viskositet er Stoke (St). CentiStoke benyttes for benevnning av oljeviskositet da dette er mest passende. Stoke kan ikke konverteres numerisk til Saybolt Universal Second (SUS eller SSU som benyttes i USA), fordi måle metodene er forskjellige.

Væsker: US gallon (3,785 liter) er forskjellig fra den britiske eller imperiske gallon (4,55 liter). Dette kan skape forvirring ved bruk av gamle instrumenter, men apparatets opprinnelse vil klargjøre hvilken enhet som er benyttet.

Følgende sammenheng benyttes ved måling av små væskemengder: 1 gallon = 4 quarts = 8 pints.

De europeiske landene skriver kommategnet annerledes enn amerikanere og briter. Denne manualen benytter følgende skrivemåte:

$$\begin{aligned} 45 \text{ millimeter (mm)} &= 0,045 \text{ meter (m)} \\ 2.100 \text{ kilogram (kg)} &= 2,1 \text{ tonn (t)} \end{aligned}$$

Ton of Refrigeration (TR, mål for kuldeytelse) er den opprinnelige benevnelsen for den kjøleeffekten en fikk ved å smelte et amerikansk tonn (2000 lb) med is. Dette er nå standardisert som 12000 Btu/h eller 200 Btu/min, og er fortsatt mye brukt i USA.

2.2 Grunnleggende kuldetechnik

2.2.1 Introduksjon

«Produksjon» av kulde er egentlig en varmeovergangsprosess. H.W. Carrier beskrev den slik: «Kjøling er transport av varme fra et sted der varmen ikke er ønsket til et sted der den ikke skaper noe problem».

I dag benyttes følgende hovedmetoder:

Fysikalske metoder:

- Endring av tilstand fra fast stoff til væske (dvs. forbruk av latent varme ved smelting av is).
- Endring av tilstand pga. kompresjon og ekspansjon vha. mekanisk kjøling (dvs. forbruk av latent varme ved fordampning).
- Termoelektrisk metode

Fysikalsk-kjemisk metode

Metoden er basert på absorpsjon og adsorpsjon av bestemte media.

2.2.2 Grunntrekk

Kuldetenikken er basert på følgende prinsipper (med vann som utgangspunkt):

Fusjon (smelting)

For å endre tilstand fra fast stoff til væske (fra is til vann) ved en konstant temperatur på 0 °C, må isen absorbere en energimengde lik 334,4 kJ/kg (80 kcal/kg). Denne absorpsjonsvarmen, som tas fra produktet som skal kjøles, kalles latent varme eller fusjonvarme.

Kokepunkt

Kokepunktet er den temperaturen vi har når vannets tilstand endres fra væske til damp. Temperaturen er en

funksjon av trykket over havoverflaten. Til ethvert trykk korresponderer en gitt kokepunktstemperatur.

Kokepunkt til vann [°C]	Trykk [bar absolutt]
151	5
100	1
68	0,3
12,7	0,015
6,7	0,010

Latent varme ved fordampning

For å endre tilstand fra væske til gass ved 100 °C konstant temperatur og ved 1,013 bar (760 mmHg) standard atmosfærisk trykk, må vann tilføres en energimengde lik 2254,69 kJ (539,4 kcal/kg). Standard atmosfærisk trykk er 1,01325 bar.

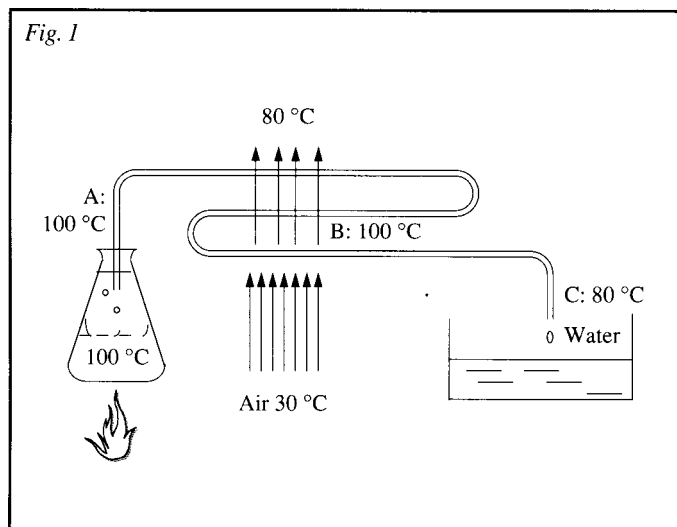
Overhetning

Etter at all væske er fordampet (mettet damp), vil gassen endre tilstand fra mettet til overhettet gass dersom den tilføres mer energi.

Kondensering

Tilstandsendringen fra væske til gass kan reverseres. Dersom vi fjerner varme fra dampen vil den gå over til væske. Ved å avgi varme til omgivende luft, vil vanndamp gå over til væske ved konstant temperatur på 100 °C. I fig. 1 er dette illustrert mellom punktene A og B. Mellom B og C vil væsken bli underkjølt og endre temperatur fra 100 °C til f.eks. 80 °C.

Fig. 1



Bruk av SUVA®

Ser vi nærmere på SUVA[®] 134a (1,1,1,2 tetrafluoretan)

finner vi disse verdiene:

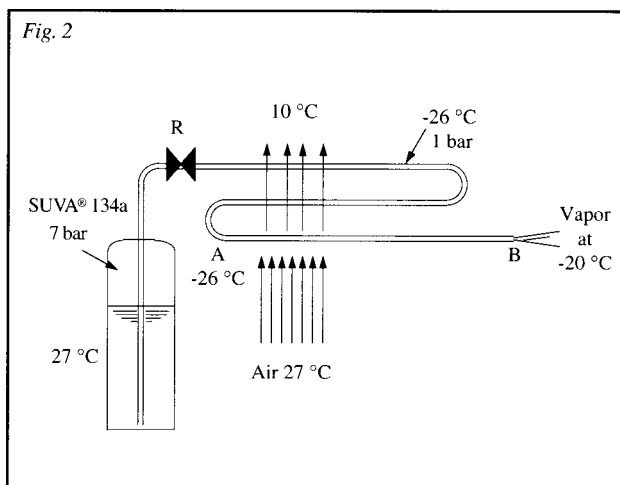
Absolutt trykk [bar]	Kokepunkts- temperatur [°C]	Latent varme varme ved fordampning [kJ/kg]
1	-26,3	217,3
2	-10,1	206,2
3	0,7	198,2
4	8,9	191,8
5	15,7	186,2
6	21,5	181,1

Kuldeprosessens syklus

Fordampning

Et kuldemedium må absorbere varme for å fordampe.

Fig. 2



La oss se nærmere på følgende situasjon:

- I væsketanken har vi SUVA[®] 134a i væskeform ved 7 bar
- Ventilen er åpen
- Kuldemediet strømmer inn i røret ved 1 bar, med tilsvarende temperatur på -26,3 °C

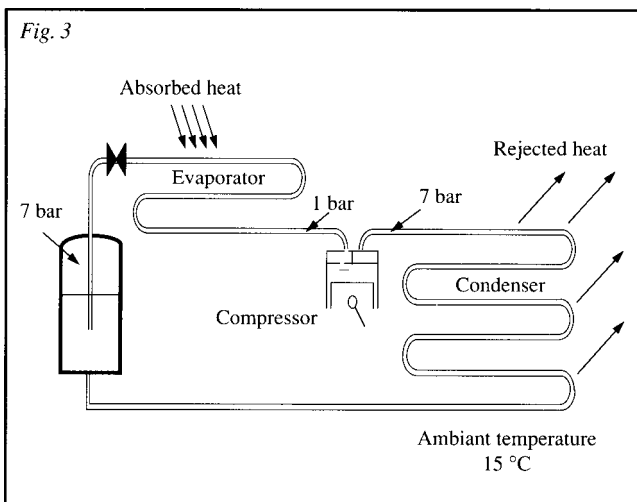
Varme tas fra omgivende luft som holder $+27\text{ }^{\circ}\text{C}$:
Luften kjøles ned til $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ og kuldemediet endrer
tilstand fra væske til damp. Apparaturen i fig. 2 kalles
en *fordamper*.

Merknad 1: Dersom alt kuldemedium er fordampet i punkt A, vil gassen bli overhettet mellom A og B; I dette tilfellet fra $-26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $-20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Merknad 2: Et kilo av SUVA® 134a trenger en varmetilførsel lik 217 kJ for å endre tilstand fra væske til gass ved 1 bar. Gasstilstanden har en tetthet på $5,2 \text{ kg/m}^3$.

Kompresjon og kondensering

Med utgangspunkt i eksempelet over skal vi fullføre kuldemediets gang gjennom hele kuldeprosessen:



- Gassen forlater fordamperen og strømmer inn i kompressoren gjennom sugesventilen.
- Stempelet går ned og hele kammeret i kompressoren fylles med gass.
- Stempelet går opp, sugesventilen stenger og trykket i kammeret stiger til 7 bar. Trykkventilen åpner og høytrykksgassen slippes ut.
- Høytrykksgassen strømmer inn på varmeveksler nr. 2 og avgir varme til omgivelsene. Fordi gassen avgir varme endrer den tilstand fra gass til væske. Dette kalles kondensering og varmeveksleren betegnes *kondensator*.
- Det flytende kuldemediet returneres til væsetanken og prosessen er fullført.

Oppsummering

Et kulesystem er i hovedtrekk bygget opp av følgende komponenter:

Væsetank: Reservoar for kuldemedium i væskeform for å kompensere for variasjoner i anlegget (lekkasjer og kuldebehov). Væsetanken bør være stor nok til oppta hele anleggsfyllingen.

Væskeutskiller: Tank plassert på sugesiden av

kompressoren og inneholder overhettet gass. Tanken beskytter kompressoren mot væskeslag.

Fordamper: Varmeveksler som opptar varme fra omgivende medium ved at kuldemediet fordamper i veksleren.

Kompressor: En gasspumpe som øker trykket på kuldemediegassen.

Kondensator: Varmeveksler som avgir systemets varme til omgivelsene ved at kuldemediet kondenserer.

Ekspanderende komponent: Innretning som reduserer kuldemedietrykket fra høyt til lavt og regulerer mediestrømmen inn på fordamperen.

Diagrammer

Vann

a) Temperatur/entalpi

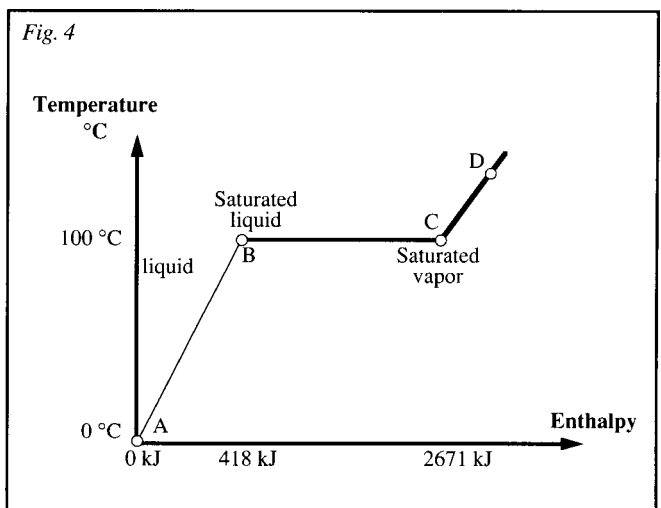


Fig. 4 viser hvordan 1 kg vann forandrer seg ved 1 bar.

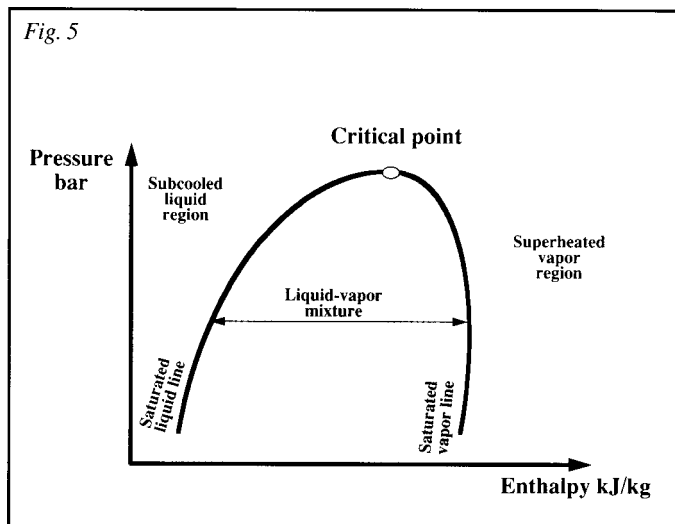
A - B: Væsken varmes opp fra 0 °C til 100 °C. I B begynner væsken å fordampe og til dette kreves en energitilførsel på 418 kJ.

B - C: Resten av væsken går over til mettet damp og i C er all væske fordampet. Temperaturen er konstant under hele fordampningsforløpet og det kreves en energitilførsel lik $(2671 \text{ kJ} - 418 \text{ kJ}) = 2253 \text{ kJ}$ for å fordampe hele væskemengden.

C - D: Gassen varmes ytterligere opp. For å øke temperaturen på 1 kg vann med 1 °C, kreves en energitilførsel på 1,88 kJ.

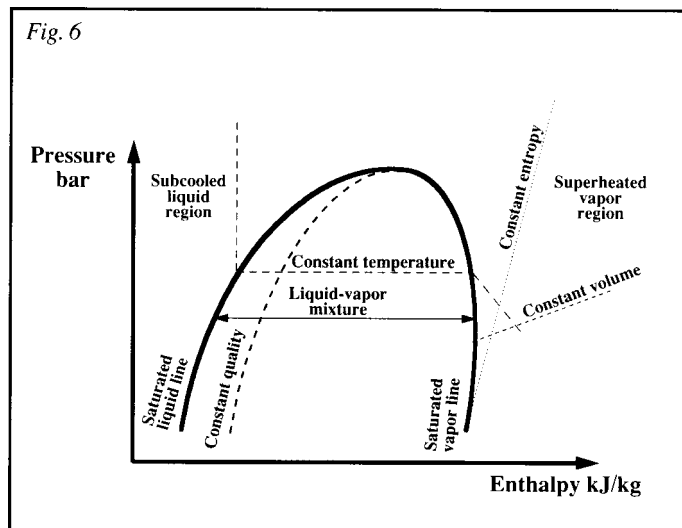
b) Trykk/entalpi

Fig. 5 viser et generelt trykk/entalpi-diagram. Hvert SUVA®-kuldemedium har et eget diagram:



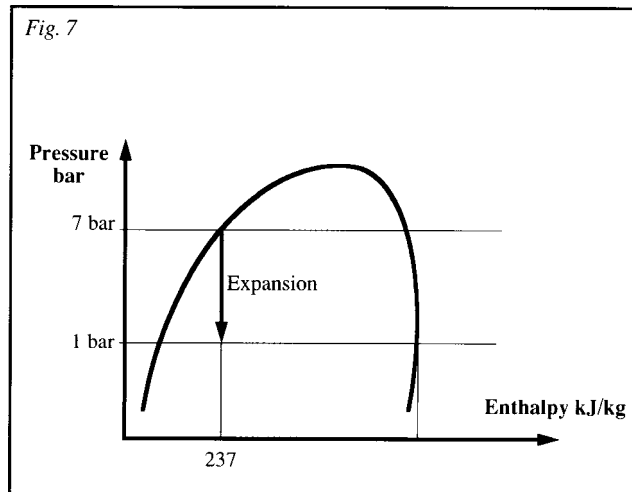
SUVA®-kuldemedier

Fig. 6 viser hva som kan leses ut av et trykk/entalpi-diagram:



De engelske ordene i figurene er oversatt til norsk. Ordlisten finnes sist i kapittel 2, side 13.

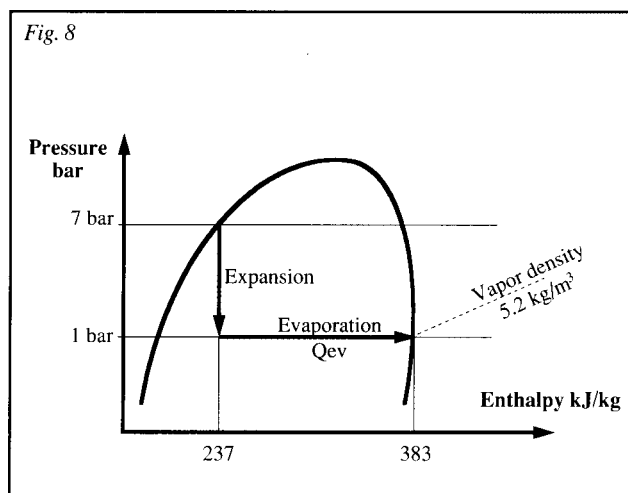
a) Ekspansjon



Trykket reduseres fra 7 til 1 bar, men entalpien er konstant og lik 237 kJ/kg. Entalpi er indre energi lagret i kuldemediet. Vi ser at en del av kuldemediet er fordampet. Denne ekspansjonen, eller trykkfallet, finner sted i en ekspanderende komponent som f.eks.:

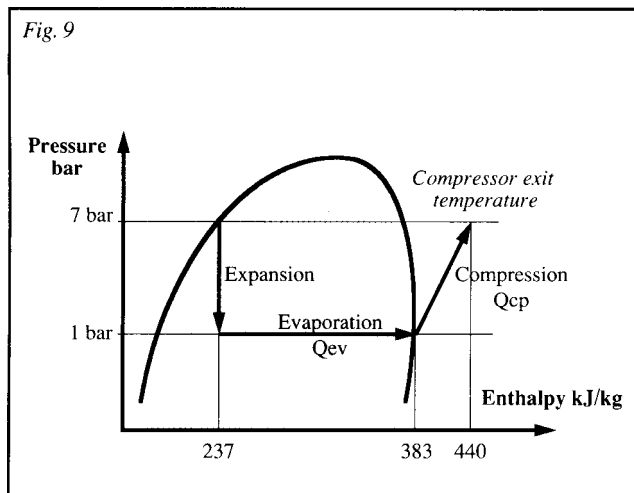
- temostatisk ekspansjonsventil
- automatisk eller elektronisk ekspansjonsventil
- kapillarrør
- manuell ventil

b) Fordampning



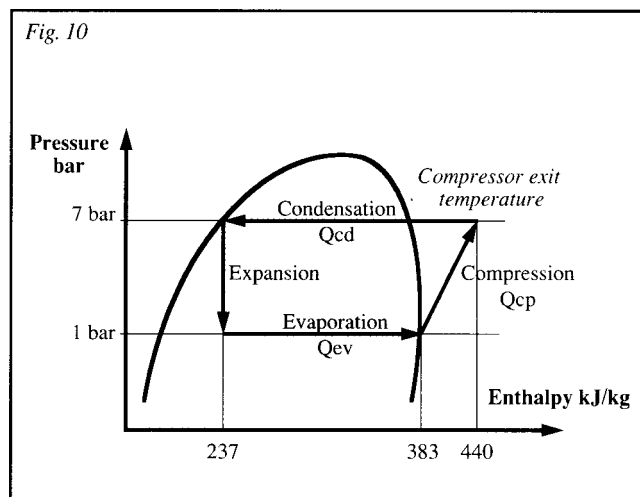
For å fordampe må kuldemediets entalpi øke fra 237 kJ til 383 kJ. Dvs. at et kilo med SUVA® 134a absorberer 146 kJ når det går over til damp med tetthet lik 5,2 kg/m³.

c) Kompresjon



Under kompresjonen opptar kuldemediet varmeenergi tilsvarende kompressorarbeidet. Nødvendig arbeid øker med økende trykk og temperatur. I vårt eksempel utgjør arbeidet 57 kJ/kg (440 - 383 kJ/kg).

d) Kondensering



Etter kompressoren strømmer kuldemedie-gassen inn på kondensatoren. I første del av kondensatoren kjøles gassen ned til metningstemperaturen. Deretter kondenseres gassen. Kondensatoren fjerner altså varmen som ble tatt opp i fordampere og under kompresjonen:

$$Q_{\text{ford.}} + Q_{\text{kompr.}} = Q_{\text{kond.}}$$

2.3 Definisjon av fluorkarboner

KFK: Klorfluorkarbon. Mettet alifatisk molekyl som kun inneholder karbon- (C), fluor- (F) og klor- (Cl) atomer. De mest kjente klorfluorkarbonene er KFK11 (CCl_3F) og KFK12 (CCl_2F_2). Det største anvendelsesområdet har vært som kuldemedier, men de er også blitt benyttet som drivgass i spraybokser pga. høy stabilitet og andre unike egenskaper. Vi vet i dag at KFK skader ozonlaget.

HKFK: Hydro-klorfluorkarbon. Kjemisk lik KFK-mediene, men HKFK-molekylet inneholder en eller flere hydrogenatomer (H). Dette medfører at HKFK-molekylet er mye mindre stabilt i atmosfæren enn KFK-molekylet. Det gjør derfor mindre skade på ozonlaget, men er allikevel ikke helt harmløst. Det mest kjente HKFK-mediet er HKFK22 (CHClF_2). Andre eksempler er HKFK123 (CF_3CHCl_2), HKFK124 (CF_3CHClF), HKFK141b (CCl_2GCH_3) og HKFK142b (CClF_2CH_3).

HFK: Hydrofluorkarbon. Mettet alifatisk molekyl som inneholder karbon, fluor og hydrogen. Legg spesielt merke til at HFK-molekylet ikke inneholder klor eller andre halogener og har derfor ingen ozon-nedbrytende effekt. Mest kjent er HFK134a (CH_2FCF_3). Andre eksempler er HFK125 (CHF_2CF_3) og HFK23 (CHF_3). Flere av HFK-stoffene er brennbare som f.eks. HFK32, HFK152a og HFK143a. De kan allikevel benyttes i blandinger sammen med ikke-brennbare kuldemedier.

PFC: Perfluorkarbon. Molekylet inneholder kun karbon og fluor, og refereres i noen tilfeller til «FC». Eksempler er PFC14 (CF_4) og PFC116 (CF_3CF_3). De fleste perfluorkarbonene er drivhusgasser med lang levetid.

BKFK: Bromklorfluorkarbon. Svært likt KFK-molekylet, men inneholder et eller flere brom-atomer (Br). Blir også kalt «halon» da stoffet hovedsakelig ble brukt som slukkemiddel. R13B1 (CBrF_3) er blitt brukt som kuldemedium. Bromatomet regnes i dag for å være mer skadelig for ozonlaget enn kloratomet. Kuldemedier identifiseres vha. et nummer basert på det opprinnelige nummersystemet for fluorkarboner, utviklet av DuPont i 1930-årene. Systemet er blitt benyttet over hele verden siden den gang. Både ASHRAE, IIR og nasjonale standardiseringsorganer (f.eks. DIN og BSI) har publisert disse definisjonene. Forstavelsen «R» for Refrigerant (kuldemedium) erstatter bokstavene som er benyttet ovenfor. For eksempel er R134a det samme som HFK134a. R500-serien betegner azeotroper, slik som f.eks. R502.

Kuldemedier i R400-serien er zeotroper, blends eller «NARM» (se kap. 2.5). Nummerseriene er utarbeidet av ASHRAE og beskriver ikke kuldemedienes kjemiske sammensetninger.

Flere ikke-fluorkarboner blir benyttet som kuldemedier og disse har også fått en «R»-betegnelse. Mange av dem medfører imidlertid en sikkerhetsrisiko:

HC: Hydrokarbon. Inneholder kun karbon og hydrogen og er derfor svært brennbart og eksplosivt. Eksempler er propan, HC290 (C_3H_8) og butan, HC600 (C_4H_{10}).

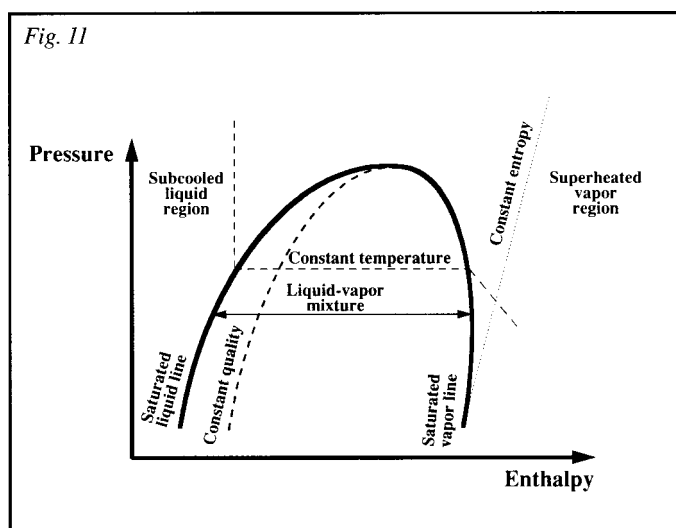
R700-serien er uorganiske kuldemedier som f.eks. ammoniakk, R717 (NH_3). Ammoniakk er brennbart og svært giftig.

2.4 En-komponent kuldemedier og azeotroper

En-komponent kuldemedier og azeotroper oppfører seg likt, (fig. 11) dvs. at stoffenes sammensetning er den samme i både mettet gassfase og i væskefase. De koker og kondenserer under konstant temperatur ved et gitt trykk og har derfor et forholdsvis enkelt trykk/entalpi diagram.

De originale FREON® mediene (R11, R12 og R502) tilhører denne gruppen. Det gjør også noen av de nye SUVA® mediene, f.eks. SUVA® 123 og SUVA® 134a.

e) COP



Virkningsgraden er en viktig størrelse for å kunne vurdere både varmepumper og kuldeanlegg. Virkningsgraden har følgende definisjon:

$$\text{COP} = (\text{opptatt varme} / \text{tilført varme}) \\ = Q_{\text{kond.}} / Q_{\text{kompr.}}$$

I vårt eksempel:

$$\text{COP} = (440 - 237) / (440 - 383) = \underline{3,6}$$

2.5 Zeotropiske kuldemedier

Av de zeotropiske kuldemediene er det blandingene (blends) som er av interesse. De oppfører seg bare til en viss grad som azeotropene og blir også kalt for NARM, som betyr Near Azeotropic Refrigerant Mixtures. Alle kuldemediene i R400-serien tilhører denne gruppen: SUVA® MP39 (R401A), SUVA® MP66 (R401B), SUVA® HP80 (R402A), SUVA® HP81 (R402B), SUVA® HP62 (R404A), SUVA® 9000 (R407C) og SUVA® 9100 (R410A).

For disse kuldemediene er sammensetningen i mettet gassfase annerledes enn i mettet væskefase, fig. 12. Dette medfører at sammensetningen i væskefasen endrer seg i løpet av fordampningsprosessen. Endring i sammensetningen medfører igjen at kokepunktstemperaturen endrer seg (øker) ved et gitt trykk. Dvs. at i løpet av fordampningsprosessen, som skjer ved konstant trykk, får vi en økning i temperaturen. Denne økningen kalles «fordamperens temperaturglid». Se figur 12.

Motsatt, i løpet av kondenseringsprosessen vil temperaturen avta når gassandelen i kondensatoren reduseres. Dette skjer under konstant trykk og kalles «kondensatoren temperaturglid».

Størrelsen av temperatureglidene er forskjellig for hvert kuldemedium. Fordamperens temperaturglid har ofte en litt annen verdi enn kondensatorens. Når det gjelder SUVA® -mediene ligger fordampergliden i området fra 0,5 K for SUVA® HP62 og opp til 6K for SUVA® 9000.

Tabeller over metningsegenskaper for zeotropiske medier har et litt annet format enn tabeller for de azeotropiske mediene. Zeotropene har to forskjellige trykk/temperatur-metningskurver: En for mettet væske (kokepunkt) og en annen for mettet damp (duggpunkt). Azeotropene har kun en kurve for både mettet væske og -damp. I begge tilfeller er alle metningstabeller oppgitt med trykk/temperatur-verdier for både mettet væske og -damp. Trykk/entalpi-diagrammene for zeotropiske

blandinger er litt forskjellig fra azeotropenes. Linjene for konstant temperatur i tofaseområdet, isotermene, er ikke parallelle med linjene for konstant trykk, isobarene. Fig. 12 viser kjøleprosessen for zeotropiske medier i et trykk/entalpi-diagram.

2.6 Praktiske følger ved bruk av zeotropiske kuldemedier

Det finnes noen viktige forskjeller mellom zeotropiske- og enkomponent-kuldemedier som vi må huske på når vi benytter SUVA® -blandinger. Dette blir beskrevet senere i manualen. Her er noen praktiske råd:

- 1) Utfør alltid påfylling fra væskefasen da sammensetningen i gassfasen er forskjellig fra væskefasens. Dersom sylindren ikke har et dykkrør må flasken snus på hodet. Det gjør ingenting om væsken fordampes etter at den har forlatt sylindren. Dersom hele cylindervolumet skal fylles på anlegget er det ikke nødvendig å fylle fra væskefasen.
- 2) I innkjøringsfasen av et anlegg må den riktige metningskurven benyttes: For overhettete gasser i sugeledningen skal duggpunktsverdiene benyttes. For underkjølingen etter kondensatoren skal kokepunktsverdiene benyttes.
- 3) Den effektive kondenseringstemperaturen er gjennomsnittet av koke- og duggpunktstemperaturene ved et gitt trykk.

Ordliste

absorbed heat = absorbert varme
 air = luft
 ambient temperature = omgivelsestemperatur
 bubble point = kokepunkt
 compressor = kompressor
 condensation = kondensering
 condenser = kondensator
 critical point = kritisk punkt
 density = tetthet
 dew point = duggpunkt
 enthalpy = entalpi
 entrophy = entropi
 evaporation = fordampning
 evaporator = fordamper
 exit temperature = utløpstemperatur
 expansion = ekspansjon
 isotherm = isoterm
 liquid = væske
 mixture = blanding
 pressure = trykk
 region = område
 rejected heat = avgitt varme
 saturated = mettet
 subcooled liquid region = område for underkjølt væske
 superheated vapor region = område for overhettete damp
 temperature = temperatur
 vapor = damp/gass
 water = vann

Kapittel 3 DuPont SUVA® kuldemedier

3.1 Spekteret av DuPont SUVA® - kuldemedier

SUVA® kuldemedier er skreddersydde for å erstatte KFK-mediene, både i bruk på eksisterende og nye anlegg. Erstatningsmediene er som regel blandinger; Da oppnår man de beste egenskapene samtidig som mediene ikke er brennbare. Hele spekteret av SUVA® kuldemedier har liten eller ingen ozon-nedbrytende effekt (ODP). Ingen av dem er brennbare eller særlig giftige. SUVA® spekteret består av blandinger og enkomponenter. De fleste SUVA® blandinger har fått tildelt R-numre av ASHRAE; zeotropene tilhører R400-serien.

SUVA® - blends	ASHRAE-nummer	Kokepunkt ved 1,01325 bar	Sammen-setning i vekt%
SUVA® MP39	R-401A	-33.0° C	HCFC-22: 53% HFC-152a: 13% HCFC-124: 34%
SUVA® MP52	R-401C	-28.4° C	HCFC-22: 33% HFC-152a: 15% HCFC-124: 52%
SUVA® MP66	R-401B	-34.7° C	HCFC-22: 61% HFC-152a: 11% HCFC-124: 28%
SUVA® HP80	R-402A	-49.2° C	HCFC-22: 38% HFC-125a: 60% HC-290: 2%
SUVA® HP81	R-402B	-47.4° C	HCFC-22: 60% HFC-125a: 38% HCFC-124: 2%
SUVA® HP62	R-404A	-46.5° C	HFC-125: 44% HFC-143a: 52% HCFC-134: 4%
SUVA® 9000	R-407C	-43.6° C	HFC-125: 25% HFC-143a: 52 % HFC-32: 23%
SUVA® 9100	R-410A	-51.8° C	HFC-32: 50% HFC-125: 50%
SUVA® 95	R-408B	-88.0° C	HFC-23: 39%;46% HFC-116: 54%

Rene produkter: HKFK (Hydroklor- fluorkarboner)	Kokepunkt ved 1,01325 bar	Kjemisk formel
--	------------------------------	----------------

FREON® 22	-40,9° C	CHClF ₂
FREON® 22	+27,8° C	CHF ₃ CCl ₂
FREON® 22	-12,1° C	CHF ₂ CClF ₂

Rene produkter:
HFK (Hydro-
fluorkarbon)

HFK23	-80,0° C	CHF ₂
SUVA®125	-48,1° C	CHF ₂ CF ₃
SUVA®134a	-26,1° C	CHF ₂ FCF ₃

HFK-medier som er brennbare har ikke fått betegnelsen SUVA®. De kan allikevel være brukt i SUVA® blandinger som inneholder ikke-brennbare stoffer, da disse vil redusere brennbarheten. Det er ikke farlig å omgås SUVA® blandinger som inneholder HFK, selv om det skulle oppstå søl eller lekkasjer.

Rene produkter: HFK (Hydro- fluorkarboner)	Kokepunkt ved 1,01325 bar	Kjemisk formel
--	------------------------------	----------------

HFK32	-51,7° C	CH ₂ F ₂
HFK143a	-47,7° C	CH ₃ CF ₂
HFK152a	-24,1° C	CH ₃ CHF ₂

3.2 Valg av DuPont kuldemedium

Hvilket SUVA® kuldemedium du velger avhenger av formålet eller hvilket KFK-medium du skal erstatte.

Typiske bruksområder og anbefalte SUVA® kuldemedier er som vist i tabellen:

Bruksområde	KFK/HKFK	Erstatning	SUVA® -medier for nye anlegg
Luftkondisjonering i bygninger og industriell temperaturkontroll	R-11	SUVA® 123	SUVA® 123 or
	R-12	SUVA® 134a SUVA® MP39*	SUVA® 134a
	R-22	SUVA® 9000	SUVA® 9000 SUVA® 9100
Split- og vindu-luftkondisjonerings-systemer	R-22	SUVA® 9000	SUVA® 9000 SUVA® 9100
Luft- og marineanlegg	R-114, R-12B1	SUVA® 124	SUVA® 124
Luftkondisjonering i biler	R-12	SUVA® 134a SUVA® MP52	SUVA® 134a
Lagring av fersk mat over 0°C	R-12	SUVA® MP39	SUVA® 134a
Hvitevarer, drikkeautomater og lagring for kommersielt bruk	R-12	SUVA® MP39	SUVA® 134a
Små kommersielle kjøleanlegg	R-22	SUVA® HP62	SUVA® HP62 SUVA® HP62
Lagring av frossen mat under -18°C	R-502	SUVA® HP80 SUVA® HP81	SUVA® HP62
Transportkjøling	R-12	SUVA® MP66	SUVA® 134a
Transportkjøling ved lave temperaturer	R-502	SUVA® HP80	SUVA® HP62
Kommersiell kjøling ved medium temperatur	R-12, R-500	SUVA® MP39 SUVA® MP66	SUVA® 134a
Kommersiell kjøling ved lave til medium temperaturer	R-22	SUVA® HP62	SUVA® HP62
Svært lave temperaturer	R-13B1 R-13 R-503	SUVA® 9100 HFC-23 SUVA® 95	SUVA® 9100 HFC-23 SUVA® 95

Tabellen er ment som en veiledning for å dekke de vanligste bruksområdene.

Velg helst et medium med lavest mulig ODP.

Konvertering direkte til et SUVA®HFK-medium kan selvfølgelig gjøres, men det tar lengre tid og er dyrere enn å skifte til et SUVA®blend.

Kapittel 4 Forenlighet mellom SUVA® kuldemedier og materialer

4.1 Termisk nedbryting

SUVA® kuldemedier spaltes dersom de utsettes for høy temperatur eller åpen flamme. Dekomponeringen kan danne giftige og irriterende stoffer som f.eks. hydrogenklorid og hydrogenfluorid. Disse irriterer nese og svelg. Ved å følge DuPont's produktdatablader for håndtering av kuldemedier kan spalting unngås.

4.2 Forenlighet med materialer

SUVA® kuldemedier har mange anvendelsesområder. En må derfor huske på at det må være forenlighet mellom medium og konstruksjonsmaterialet når kuldemediene skal benyttes i eksisterende og nytt utstyr.

4.2.1 Forenlighet med metaller

De mest vanlige konstruksjonsmaterialene, slik som stål, støpejern, messing, kobber, tinn, bly og aluminium, kan benyttes sammen med SUVA® kuldemedier ved normal bruk. Ved svært høye temperaturer (f. eks. ved lodding) kan noen metaller ha en katalyserende evne og dermed bryte ned mediet.

Magnesiumlegeringer og aluminium inneholder mer enn 2% magnesium og anbefales derfor ikke å bruke sammen med SUVA® kuldemedier, spesielt ikke dersom det er vann tilstede.

De fleste halokarbonene reagerer kraftig med høy-reaktive materialer, slike som lut og alkaliske jordmetaller, natrium, kalium, barium etc. i ren metallisk form.

Materialene blir mer reaktive når de finmales eller pulveriseres, og spesielt magnesium og aluminium reagerer med forbindelser som inneholder fluor, særlig ved høye temperaturer. Høy-reaktive materialer bør derfor ikke være i kontakt med hydroklorfluorkarboner (HKFK) eller hydrofluorkarboner (HFK). I så fall må det tas nødvendige sikkerhetshensyn.

4.2.2 Forenlighet med elastomer (plaststoffer)

Forsøk har vist at elastomer som vanligvis er blitt benyttet sammen med R12, også er forenlig med SUVA® MP-blends. Forsøkene viste videre at det heller ikke var forenlighetsproblemer med metaller, plast, stålisolasjon og

andre forbindelser som har vært vanlige å benytte sammen med R12. Det er stor variasjon i hvilken virkning SUVA® kuldemedier har på o-ringer laget av elastomer og gummi. Dette kommer av at o-ringene består av polymer og plast og andre produkter. Under forsøkene ble elastomene senket ned i flytende kuldemedium ved romtemperatur inntil elastomet svullet maksimalt. På bakgrunn av dette vet vi at elastomer som sveller urimelig mye ikke bør brukes på kuldeanlegg med SUVA® kuldemedier.

4.2.3 Forenlighet med plast

Tabellen på neste side viser SUVA® kuldemedienes effekt på forskjellige plastmaterialer. I spesielle tilfeller bør forenlighet utprøves før bruk. Forskjeller i polymerstruktur og molekylvekter, plastifiseringsmiddel, temperatur og andre faktorer kan endre plastens motstand mot SUVA® kuldemedier.

Refrigerant		R-11	SUVA® 123	R-12	SUVA® 134a	SUVA® MP	R-22	SUVA® 9000	SUVA® 9100	R-502	SUVA® HP80/81	SUVA® HP62	SUVA® 124
Plastic	Trademark												
HDPE	Alathon®	1	1	1	0	1	1	0	0	1	-	0	0
PP		2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
PS	Styron®	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Polyvinyl Chloride													
PVC		1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
CPVC		0		0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Fluorocarbon													
PTFE	Teflon®	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ETFE	Tefzel®	1		1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
PVDF		0		0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Ionomer	Surlyn®	2		1	0	1	1	0	0	1	1	0	1
Acrylic	Lucite®	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ABS	Kralastic®	0	2	0	0	2	2	2	2	2	2	0	2
Cellulosic	Ethocel®	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Epoxy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acetal	Delrin®	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
PPO	Noryl®	2		0	0	2	2	1	1	2	2	0	0
PC	Tuffak®	0	2	0	0	2	2		1	2	2	0	0
Polyester													
PBT	Valox®	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Polyarylate	Arylon®	0		0	0	2	2	1	1	2	2	0	
Nylon	Zytel®	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PI	VespeI®			0			0	-		0	0	0	0
PEI	Ultem®	0		0	0	0	1	-	-	1	-	0	0
PPS	Ryton®	1		0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
Polysulfone		0		0	0	2	2	1	1	1	2	0	0

SUVA® kuldemedienes effekt på forskjellige plastmaterialer. 0 = forenlig, 1 = «på grensen», 2 = uforenlig

Kapittel 5 Smøremidler og deres oppførsel sammen med SUVA® kuldemedier

Smøremiddelet er en svært viktig del av et kuldeanlegg. Kompressoren trenger smøring akkurat som alt annet mekanisk utstyr. Oljen smører lagrene og stempellet (i stempelkompressorer). I tillegg (spesielt i skruekompressorer) virker oljen som en tettningsfilm inni kompressoren, og den absorberer og fjerner varmen fra kompressorarbeidet.

5.1 Smøremidler til bruk sammen med SUVA® kuldemedier

Mineralolje har tidligere blitt brukt sammen med KFK-mediene. I så og si alle tilfeller skal ikke mineralolje benyttes sammen med HFK- og HKFK-holdige medier da disse har helt andre oppløsende egenskaper. Syntetiske oljer er blitt testet ut med SUVA® kuldemedier og er nå tilgjengelige.

Her er de tre mest benyttede typene:

1. Alkylbenzenoljer (AB) er blitt brukt i kjøleindustrien i mer enn 25 år. Oljen er kjent for høy grad av blandbarhet med både HKFK- og KFK-mediene, og for utmerket termisk stabilitet. I enkelte tilfeller kan oljen også benyttes sammen med HFK. Alkylbenzenoljer er førstevalget til bruk sammen med SUVA® MP-mediene samt med SUVA® HP80 og HP81 (dersom anlegget opprinnelig var fylt med mineralolje).

2. Polyolesteroljer (POE, ofte kalt esterolje) anbefales spesielt for anlegg med HFK. Oljen kan «skreddersys» for å gi optimal ytelse i spesielle anlegg og utstyr. Esteroljer velges til SUVA® 134a, SUVA® 9000, SUVA® 9100 og SUVA® HP62. Oljen absorberer raskt fuktighet fra luften og må derfor behandles med forsiktighet.

Polyalkylglykololjer (PAG) benyttes i mobile applikasjoner, f.eks. i luftkondisjonerings-anlegg i biler med R134a. Det er imidlertid sjelden de benyttes på andre områder, da er alkylbenzen- eller esterolje å foretrekke. PAG-oljene har lett for å binde til seg fuktighet fra luften og må derfor behandles forsiktig. De andre smøremidlene kan også absorbere fuktighet, til og med mineraloljene. Derfor bør alle oljetyper eksponeres minst mulig i luft.

Kompressorprodusenter tester oljer med eget utstyr slik at produsenten kan gi anbefalinger og råd, som alltid bør tas til etterretning.

Kompressorgarantien kan bortfalle om en annen olje påfylles. Selv om kompressoren ikke lenger er under garanti bør allikevel anbefalt olje benyttes.

5.2 Blandbarhet mellom smøreoljer og SUVA® kuldemedier

Alkylbenzen- og mineraloljer er innbyrdes blandbare. AB-oljer og SUVA® MP blends tåler en høyere restandel av mineralolje enn esterolje og HFK. Anlegg som er konvertert til AB og SUVA® MP39 har fungert utmerket med 50% mineralolje. I anlegg med SUVA® 134a og esterolje viser erfaringer at maks. 5% eller unntaksvis 10% mineralolje kan være igjen i systemet. Når fordampertemperaturen ligger under -20 °C, må grensen på 5% overholdes.

5.3 Rester av mineralolje

Ved konvertering av eksisterende anlegg fra R12 eller et annet KFK-medium til et SUVA®-medium, må mineraloljen erstattes som forklart tidligere. Mesteparten av oljen befinner seg i kompressorens veivkasse. Den kan helles ut og leveres til et godkjent mottak samtidig som KFK-mediet leveres til gjenvinning.

Dersom restandelen av mineralolje i kompressoren er for stor vil det oppstå problemer med oljeretur og varmetransport. Det bør utføres målinger av anleggskapasiteten dersom dette er mulig; Er den lavere en normalt bør det utføres et oljeskift til.

De største oljeselskapene som produserer kjølekompressorolje, kan utføre analyser som fastslår hvor stor mengde mineralolje som er igjen i alkylbenzen- eller esteroljen. Prøvene viser også om mineraloljen er blitt svekket ved bruk. På anleggsstedet er det enkelt å benytte små oljeprøvesett for å finne restmengde mineralolje i esteroljen.

5.4 Smøremidlenes kvalitet

I tillegg til generelle krav, stilles det svært spesielle krav til oljer for kjøleanlegg. Smøremidlene er i konstant kontakt med kuldemediet, og en del sirkulerer også rundt i anlegget sammen med mediet. Oljen må derfor forbli flytende ved lave temperaturer slik at den ikke samler seg i fordamperen, og på samme tid være viskøs nok til å tette og smøre kompressoren ved høye temperaturer. Det er viktig at oljen er stabil fordi den hele tiden er i kontakt med forskjellige materialer og kuldemediet.

Viktige egenskaper er:

- Gi tilstrekkelig smøring
- Være stabil
- Løse seg i kuldemediet

I tillegg bør oljen ha lavt koaguleringspunkt og være dielektrisk (gjelder for hermetiske og semihermetiske kompressorer).

Som nevnt ovenfor blir ikke mineraloljer brukt sammen med ikke-KFK-medier, bortsett fra HKFK22. Alle HFK-mediene, inkludert SUVA®-blends, benytter forskjellige «skreddersydde» syntetiske oljer.

5.5 Smøremiddelets viskositet

Det er nødvendig å skille mellom oljens *standard viskositet* som den identifiseres med, og virkelig viskositet som oljen har når den arbeider i et anlegg.

5.5.1 Standard viskositet

Standard viskositet blir målt ved 40 °C og har benevnelsen centiStoke (cSt.). Verdien kan variere i fra 15 til mer enn 170 cSt. De mest vanlige viskositetene er enten 32 eller 68 cSt. Lavere viskositeter blir brukt i små hermetiske kompressorer. Høyere viskositeter på rundt 100 cSt benyttes først og fremst i store skrue- og setrifugalkompressorer. Kompressorprodusenten spesifiserer hvilket smøremiddel som er best egnet for deres kompressorer, primært ut fra viskositeten. Som regel er kompressoren påfylt olje fra en bestemt leverandør når den sendes fra fabrikken. Databladene spesifiserer andre oljetyper som også kan benyttes

dersom det er behov for service. Databladene inneholder retningslinjer for skifte av kuldemedium. Retningslinjene er basert på produsentens erfaringer og laboratorieprøver.

Merk! Lavere viskositet betyr tynnere og mer lettflytende smøremiddel.

I USA blir oljens viskositet målt ved 100 °F (37,8 °C) og oppgitt i en annen enhet: Saybolt Universal Seconds (SUS eller SSU). De to enhetene, cSt og SUS, korresponderer ikke nøyaktig, men følgende tilnærmede konvertering kan benyttes:

- | | |
|-----------|----------|
| • 150 SUS | 32cSt |
| • 300 SUS | 68 cSt. |
| • 450 SUS | 100 cSt. |

5.5.2 Viskositet i et kuldeanlegg

I et kuldeanlegg blir smøremiddelet utsatt for svært store temperaturforandringer. I et R22-anlegg med hermetisk kompressor og en fordampningstemperatur på -40 °C, kan trykkgasstemperaturen komme opp i over 175 °C. Oljen som sirkulerer med kuldemediet, utsettes dermed for en temperaturdifferanse på over 200 °C på bare noen få minutter.

Kuldemediet påvirker også oljens viskositet når det løser seg i oljen; Blandingen får en lavere viskositet enn ren olje. Mengden av kuldemedium som løses i olje ved et gitt punkt i anlegget, er en funksjon av:

- Type kuldemedium
- Smøremiddelet
- Temperatur: Jo lavere temperatur, jo mer kuldemedium vil løse seg i oljen. Når oljens temperatur stiger vil kuldemedium koke ut av blandingen.
- Trykk: Høyere trykk vil motvirke effekten med stigende temperatur ved å tvinge kuldemedium til å bli i blandingen.

Viskositeten til kuldemedium/smøremiddel-blandingen påvirker hvor lett oljefasen returneres tilbake til kompressoren. Selv om kuldemediet og smøremiddelet ikke er blandbare, kan kuldemediet allikevel bli delvis oppløst i oljen. Kuldemediets oppløslighet i oljen reduserer oljens viskositet slik at den lettere transporteres gjennom systemet.

I et anlegg der olje og medium ikke er blandbare, vil oljen danne en egen fase og hope seg opp i fordamperen eller ved et lavtliggende punkt i anlegget.

5.5.3 Sirkulasjon av smøremiddelet: Oljeretur tilbake til kompressoren

Olje som forlater kompressoren følger med kuldemediet rundt i systemet, for så å komme tilbake til kompressoren. Denne returen skjer ikke bestandig; Smøremiddelet kan hope seg opp et annet sted i systemet. Dette fører enten til at kompressoren blir «sulteforet» på olje eller at kuldemediesirkulasjonen blir hindret slik at anleggets effektivitet synker. Dersom en benytter et smøremiddel med for høy viskositet kan dette medføre dårlig oljeretur til kompressoren. Kompressorprodusenten spesifiserer oljens viskositet eller hvilket område den skal ligge innenfor. Dersom oljereturen ikke fungerer bør det kontrolleres at olje med lavest anbefalt viskositet er i bruk.

Siden fordampere er det kaldeste punktet i systemet skulle en tro at oljens viskositet er høyest her. Dette er ikke alltid tilfellet. Kuldemedium oppløst i olje har en fortynnende effekt. Derfor vil vi normalt oppnå høyest viskositet i sugeledningen der overhetningen ligger på ca. 20 - 25 °C. En varmeveksler mellom væske- og sugeledningen kan hjelpe på problemet.

Riktig systemgeometri og strømningshastighet i rørene kan bedre oljestrømmen gjennom anlegget. Erfaringer med R401A og R402A viser at olje returneres til kompressoren uten problemer, selv når kompressoren er anleggets laveste punkt og olje/kuldemedium ikke er blandbar. Anlegg med lange rørstrekk eller lave punkter der oljen kan hope seg opp, må påfylles et kuldemedium som blander seg med oljen for at oljen skal returneres til kompressoren.

Sugeledningen må ha tilstrekkelig høy gasshastighet. Anbefalte hastigheter ligger i området fra 3,5 m/s i horisontale rørstrekk til 7,5 m/s i vertikale strekk. Hastigheten bør ikke være høyere enn 15 m/s for å redusere støy og hindre store trykkfall. En oppnår god anleggsdesign ved å la røret falle mot kompressoren og å installere oljelås i topp og bunn av vertikale rørstrekk.

5.5.4 Oljeutskiller

Oljeutskilleren plasseres som regel i varmgassledningen for å skille ut oljedråper fra kuldemediestrømmen. Oljen returneres direkte tilbake til kompressoren og dermed reduseres problemene med oljesirkulasjon i anlegget. En oljeutskiller bør benyttes sammen med twin-skruekompressor, som trenger store mengder med

smøreolje. Det bør også monteres oljeutskiller på anlegg der kompressoren benytter høy-viskøs olje og fordampnings-temperaturen er lav. Anlegg med fylt fordampere, med lang og kompleks rørføring eller lav gasshastighet, bør også ha oljeutskiller. Mange kompressorprodusenter inkluderer oljeutskiller som et standard valg.

Oljeutskilleren er ofte løsningen på oljesirkulasjonsproblemer i store og middels store anlegg. Du bør imidlertid merke deg følgende punkter:

- En oljeutskiller er en trykkbeholder som er underlagt relevante spesifikasjoner og stadarder. Den kan derfor være ganske dyr å anskaffe.
- Det er vanskelig å rengjøre en oljeutskiller etter en motorbrann.
- Effektiviteten kan variere: Noen smøremidler vil som regel strømme gjennom utskilleren og ut i systemet. De anbefalte gasshastighetene må følges selv om det er montert en oljeutskiller i anlegget.
- I store anlegg med lange rørstrekk er det ofte montert en kuldemediepumpe. Oljen som sirkulerer med mediet vil smøre pumpen.

5.6 Påfylling av smøremiddel

5.6.1 Service

Konsultør alltid kompressorprodusenten eller les den tekniske spesifikasjonen som følger med kompressoren når du skal bytte olje og kuldemedium, spesielt dersom garantitiden fortsatt er gjeldende. Dersom ikke produsentens retningslinjer følges kan du miste garantien.

5.6.2 Forsiktighetstiltak

Dersom ikke oljen behandles korrekt kan luft og fuktighet trenge inn i systemet, enten direkte eller med oljen.

Hold oljekannen forseglet inntil den skal brukes.

Dersom det er mulig bør korrekt oljemengde kjøpes inn til hver jobb. Hell aldri olje i åpen luft fra en beholder til en annen.

Følg metodene beskrevet under eller anbefalinger fra leverandør når du skal fylle olje på kompressoren.

Bruk øyevern og hansker av gummi eller neopren når du skal fjerne brukt olje fra kompressoren da den kan inneholde syre.

5.6.3 Påfylling av olje

De fleste nye kompressorer er fylt med olje. En «tilleggsfylling» ved installasjon er som regel nødvendig for å kompensere for den delen av fyllingen som er i sirkulasjon. Les retningslinjene og kontrollér korrekt oljenivå på seglasset (dette kan variere fra modell til modell). Oljenivået bør ikke avleses før anlegget har fått tid til å «kjøre seg inn». Overfylling av olje kan skade kompressoren. Når kuldemediet skal byttes er det som regel nødvendig å bytte olje også. Fyll på like mye olje som mengden du tømmer av. Dette er mindre enn hva som opprinnelig ble fylt på da noe av smøremiddelet sirkulerer ute i anlegget. Oljen kan brytes ned under bruk og må i så fall byttes.

5.6.4 Prosedyre for oljebytte

1) Nødvendig utstyr:

- Vakuumpumpe
 - Fylleslange med avstengningsventil og skrueforbindelse som passer til hode på kompressorens oljeavtappingsplugg.
 - Trykkmålere. Ikke helt nødvendig, men veldig nyttig.
- 2) Pump ned systemet for å redusere tap av kuldemedium og isolér kompressoren ved å stenge begge serviceventilene. Vakuumpumpen tilsluttes en av serviceventilene. Trykket i kompressoren reduseres til et lite overtrykk, ca. 0,1 bar. Fjerne kompressorens oljeavtappingsplugg og skru på fylleslangen med avstengningsventilene lukket.
- 3) Sugeventilen åpnes forsiktig. La noe kuldemediegass komme inn på kompressoren for å opprettholde det lille positive trykket. Lukk deretter serviceventilen. Åpne avstengningsventilen på fylleslangen for å blåse ut luften i slangen. Fjern hetten på oljekannen og før enden av fylleslangen ned i bunnen av kannen. Lukk avstengningsventilen.
- 4) Re-start vakuumpumpen. Nå trykket i kompressoren er såvidt under atmosfærisk trykk, åpnes avstengningsventilen forsiktig. Fyll på olje til riktig nivå som vises på oljeseglasset, og lukk deretter avstengningsventilen.

- 5) Stopp vakuumpumpen, oppretthold et lite overtrykk ved å åpne sugeserviceventilen. Fylleslangen kobles fra og oljeavtappingspluggen settes på kompressoren.

Denne metoden sikrer at det ikke kommer luft eller fuktighet inn i anlegget. Noe kuldemedium vil gå tapt og må erstattes.

Ikke tøm oljekannen fullstendig da dette vil føre til at luft pumpes inn på kompressoren. Dersom dette skjer må oljepluggen settes på og kompressoren vakuumeres. Små mengder med olje kan fylles på vha. en oljesprøyte. Luft vil ikke trenge inn anlegget i løpet av den korte tiden oljepluggen er åpen; Kuldemedium løst i oljen i kompressorens veivkasse vil opprettholde det nødvendige overtrykket når det fordampes ut av blandingen. Dersom du har en oljepumpe bør denne benyttes. Pumpen fyller olje i målbare kvanta mot trykket i kompressorens veivkasse.

5.6.5 Avtapping av olje

Avtapping av olje er nødvendig:

- Når bytte av kuldemedium fra KFK til SUVA® kuldemedium krever at mesteparten av mineraloljen fjernes.
- Dersom oljen er brutt ned og inneholder syre etter (hard) bruk.
- Etter en motorbrann.

5.6.6 Anbefalt metode for oljebytte

Nødvendig utstyr:

- Vakuumpumpe
- Fylleslange
- Oljekanne til oljen som skal fjernes. En gammel oljekanne kan benyttes, men et måleglass er å anbefale.
- En kveil med kobberør, formbar og med passende diameter. Den føres fra kompressorens oljeplugg og ned i bunnen av veivkassen.
- Kork med pakning og rørstuss for beholder.
- Forsegl forbindelsesrøret og vakuumslangen til toppen av beholderen.
- Steng begge serviceventilene for å isolere kompressoren.
- Start vakuumpumpen. Ved å kjøre vakuum på

beholderen vil oljen drives ut av kompressoren og inn på beholderen. Dersom du benytter et måleglass kan mengden av og fargen på oljen kontrolleres.

5.6.7 Alternativ metode

Trykket fra kuldemediet kan benyttes i stedet for vakuum. Kobberrøret monteres på oljepåfyllingsstussen på kompressoren. Kuldemediegass slippes inn på kompressoren gjennom suge-service ventilen for å oppnå et overtrykk i veivkassen, og driver oljen ut i beholderen.

5.6.8 Inntrengning av luft

Etter at oljen er fjernet kan det være fare for at luft som inneholder fuktighet, kan ha trengt inn i kompressoren. Mottrykket fra kuldemedium som fordamper fra oljen vil begrense inntrengningen, men ikke fullstendig hindre den. Før det fylles på ny olje må all luft blåses ut av kompressoren. Dette gjøres ved å åpne suge-service ventilen. Skru raskt på oljepåfyllingspluggen og steng ventilen. Mesteparten av luft og fuktighet drives ut gjennom oljepåfylling-pluggen. Dersom kompressoren har stått åpen en tid eller det er blitt brukt løsemidler for å rense den, må den vakuumeres fullstendig før ny olje fylles på. Slik får du ren og fuktfri olje inn på et rent anlegg.

Kapittel 6 Behandling av forurensninger

6.1 Betydningen av å holde anlegget rent

Nesten alle anleggsfeil oppstår fordi det er kommet forurensninger inn på systemet. Mange anlegg arbeider ved høye temperaturer og med hurtiggående kompressorer med små toleranser. Anleggene er lukkede systemer som holder på forurensningene når de først er kommet inn. De må derfor holdes mest mulig rene ved installasjon og andre inngrep. Kun service på anlegget kan fjerne forurensningene.

Forurensningene påfører skader med tiden, de inntreffer ikke over natten. Et anlegg kan starte og arbeide perfekt i måneder og til og med år. Senere kan en finne ut at det er påført store skader som kanskje ikke lar seg reparere. Et godt utført servicearbeid avhenger av nøyaktighet og presisjon.

6.2 De vanligste forurensningene

De vanligste forurensningene er :

- Luft
- Vann
- Oksider
- Faste partikler

Ikke fullt så vanlige er:

- Stoffer som hindrer frost
- Loddemiddel
- Løsemidler, spesielt klorholdige
- Enkelte fargestoffer som benyttes ved lekkasjesøking
- Nitrogen og andre gasser som finnes i luften.

6.2.1 Luft

Luft må fjernes fra anlegget når en skal fylle på kuldemedium. En liten rest luft vil ikke hindre anlegget i å fungere, men det vil medføre problemer. Luft inneholder fuktighet som forårsaker rust og stålpartikler samt korrosjon av andre materialer. Luften oksiderer kuldemediet og andre komponenter, slik at det utfelles et slamaktig bunnfall. Luft og andre gasser (f.eks. nitrogen) kalles ofte ikke-kondenserbare gasser (IKG) og har i tillegg en

annen skadelig effekt: Ved normale arbeidstemperaturer i kompressoren, komprimeres ikke IKG-gassene like raskt som SUVA® kuldemedier i gassform. Dette medfører høyere trykk og dermed høyere temperatur i syliderhodet og utblåsningsventilen. Denne delen av systemet har allerede den høyeste temperaturen, derfor er en enda høyere temperatur uønsket. Generelt kan en si at alle kjemiske reaksjoner skjer dobbelt så raskt for hver gang temperaturen øker med 10 °C. Anlegg med luft eller andre IKG-gasser vil være mye mer ustabile enn de som er skikkelig vakuumert. For kjemisk stabilitet gjelder: Jo lavere temperatur, jo bedre.

Nitrogen benyttes for å beskytte deler av anlegget ved lodding og sveising, men må fjernes etterpå. Tørr nitrogen pumpes inn på nye kompressoren før de forlater fabrikk, for å beskytte kompressorens indre mot korrosjon. Dette er god praksis, men oljen blir mettet med nitrogen.

Nitrogen er nesten fullstendig inert (inaktivt) og derfor mye mindre skadelig enn luft, men IKG-gassen motsetter seg kompresjon. Nitrogen må fjernes helt fra anlegget dersom en vil unngå overheting av kompressoren.

6.2.2 Vann

Vann forverrer effekten av andre forurensninger. Dersom et anlegg inneholder luft, men er fullstendig tørt (i praksis en usannsynlig situasjon) vil det ikke dannes rust. Alle syrer, spesielt uorganiske som inneholder hydrogenklorid eller hydrogenfluorid, er mer korrosive når det er fuktighet tilstede.

6.2.3 Oksider

De vanligste oksidene er:

- Rødt jernoksid Fe_2O_3
- Sort jernoksid Fe_3O_4
- Rødt kobberoksid Cu_2O
- Sort kobberoksid CuO
- Jernoksider (rust er Fe_2O_3) er det mest vanlige resultatet av luft og vann. Når en kompressor åpnes må alle overflater umiddelbart beskyttes med smøremiddel og fett, som fjernes rett før kompressoren settes sammen igjen.
- Kobberoksider skyldes som regel feil sveiseteknikk (se kap. 9).
- Oksider kan reagere videre og danne korrosive metallsalter. Dersom det er vann tilstede kan denne

reaksjonen pågå i det uendelige.

- Rust kan løsne fra metalloverflaten som faste partikler.

6.2.4 Faste partikler

De fleste faste partikler kommer inn i anlegget som følge av unøyaktig installasjon. (se kap. 9.1). Rør og komponenter må ikke monteres med makt da dette kan forårsake at små metallpartikler brytes av. Røropplegg og komponenter som seglass og tørrefilter, er normalt utstyrt med beskyttende hetter. Hettene må ikke fjernes inntil rett før utstyret skal monteres. Hettene beskytter mot støv.

Fine metallpartikler kan dannes når en ny kompressor settes i drift. Rust kan dannes og andre faste partikler kan blokkere ekspansjonsventilen og forårsake slitasje i kompressoren.

Den beste beskyttelsen mot faste partikler er metallduken i tørrefilteret. I noen tilfeller kan også denne blokkeres og må byttes.

Kompressorens oljepumpe består som regel av en filterduk på ca. 25 micron (0,025 mm). Nye kompressorer leveres ofte med et *sugefilter*. Installér kompressoren slik at dette filteret lett kan skiftes ut. Noen kompressorprodusenter anbefaler at sugefilteret fjernes og kastes etter innkjøringsfasen. Det er sannsynligvis bedre praksis å sette inn et nytt eller å rengjøre og sette inn det gamle, slik at kompressoren får langtidsbeskyttelse mot faste partikler. Inspeksjon og regjering er viktig for å oppnå godt vedlikehold. Et blokkert filter er bedre enn ikke noe filter, men det vil forstyrre og kanskje stoppe, driften av anlegget.

Det er en god vane å bytte olje etter at en ny åpen eller semi-hermetisk kompressor har arbeidet i en kort periode. Dette står som regel beskrevet i leverandørens veiledning.

6.2.5 Andre forurensninger

Stoffer som hindrer frost må aldri benyttes da de fleste av dem er oksidanter. De kan også være ustabile ved høye temperaturer. Dersom et slikt stoff kommer inn i anlegget er det nødvendig å skifte både olje og kuldemedium.

Loddemiddel er som regel reaktivt, forårsaker korrosjon og er uløselige i SUVA® kuldemedier. Følg fremgangsmåten i kapittel 9 for å hindre at loddemiddel

kommer inn i systemet. Det svært vanskelig å fjerne, men et nytt tørrefilter kan være til god hjelp.

Løsemidler som perkloretylen og trikloretylen blir ofte brukt for å fjerne fett fra komponentene under produksjon. Det er ingen fare for at utstyr med høy kvalitet fra seriøse og dyktige produsenter skal inneholde slike løsemidler.

Vakuumering fjerner løsemidler og andre forurensninger. Klorholdige løsemidler spaltes ved høye temperaturer og danner hydrokloriske syrer.

6.3 Vakuumering

6.3.1 Betydningen av vakuumering

Hensikten med å vakuumere et anlegg før påfylling av kuldemedium er følgende:

- Å fjerne luft
- Å fjerne fuktighet
- Å fjerne gass som kan løse seg opp i kompressoroljen

6.3.2 Vakuumeringsmetode

Hvilken metode en velger og hvor lang tid vakuumeringen tar avhenger av:

- Anleggets indre volum
- Mengden av vann (i væskeform) i systemet
- Vakuumpumpens kapasitet
- Lengde og diameter på forbindelsesrøret
- Om det er olje i systemet

6.3.3 Vann i dampform

Vann i dampform blir fjernet med luften og skaper derfor ikke problemer.

Vann i væskeform må fordampe før det kan fjernes. Vannets kokepunkt på 100 °C ved atmosfærisk trykk (1,013 bar), blir lavere ved redusert trykk. Den mest effektive metoden for å fjerne fuktighet er derfor å varme opp systemet. Dette må gjøres forsiktig, f.eks. med en varmelampe eller varmluftsovn. Bruk aldri en sveisebrenner da dette kan skade anlegget. Merk! Vakuumering vil ikke fjerne fuktighet som er oppløst i ester- eller polyalkylenglykololje.

6.3.4 Nøyaktig vakuumering ved lave trykk

For å avlese vakuomet nøyaktig ved lave trykk må du ha et elektronisk vakuumeter med termoelement. Et vanlig vakuumeter med viser er bare nøyaktig ned til ca. 50 torr. Dette er ikke tilstrekkelig for lave vakuumeringer.

Ved å stenge ventilen mellom vakuumpumpen og systemet kan en avgjøre om vakuumeringen er ferdig. La anlegget «hvile» i fem minutter for å se om trykket stiger. Avles trykket umiddelbart og etter 30 minutter (eller senere for store anlegg). Dersom trykket ikke har steget er systemet klart for påfylling av kuldemedium. Dette kalles en «drop-test».

6.3.5 Vakuumeringsmetoder

Vakuumering i et trinn ned til 0,05 - 0,1 torr (= 50 - 100 micron) er den mest pålitelige metoden, men den tar lengst tid. Trippel vakuumering benyttes ofte da metoden er rask og ikke krever spesial-vakuumeter: Systemet vakuumeres ned til 50 torr før vakuomet brytes med SUVA® kuldemedium inntil atmosfærisk trykk oppnås. Denne operasjonen gjentas. Etter at en har vakuumert for tredje gang og sjekket at trykket ikke har steget, er anlegget klart for påfylling. Metoden medfører imidlertid to ulemper: Den fjerner ikke vann i væskeform og den forårsaker utslipp av kuldemedium.

Ett-trinns vakuumering ned til 1 til 2 torr er en mellomting mellom de to første metodene.

6.3.6 Vakuumpumpens kapasitet

Vakuumpumpens kapasitet må være tilstrekkelig høy i forhold til anleggets indre volum. For eksempel anbefales det å bruke en pumpe på 90 l/min. til et anlegg på 7 til 8 kW. Imidlertid er lengden og diameteren på forbindelsesrøret mellom pumpe og anlegg, viktigere enn kapasiteten. Vakuumering med et rør på 6,35 mm (¼") tar 8 timer lengre enn med et rør med diameter lik 12,7 mm (½"). Likeledes vil vakuumering med et rør på 2 meter ta dobbelt så lang tid som med et rør på 1 meter. Det anbefales å benytte to rør når høytrykk- og lavtrykksiden skal vakuumeres samtidig.

6.3.7 Mengden av vann i væskeform

Dersom det er større mengder vann til stede i et stort kuldeanlegg vil det være nyttig å lage en utfrysingsbeholder der mesteparten av dampen felles ut før den når vakuumpumpen. Dette vil beskytte vakuumpumpens olje og vakuumeringen vil skje mye raskere.

6.4 Håndtering av forurenset kuldemedium

I mange tilfeller bør forurenset kuldemedium fjernes fra anlegget vha. spesialutstyr. Kuldemedium som er delvis nedbrutt eller svært forurenset, kan vanligvis ikke gjenvinnes fordi korrosjon kan oppstå og ødelegge utstyret. Forurenset eller nedbrutt kuldemedium må ikke slippes rett ut i luften da det inneholder giftige stoffer og medfører fare for omgivelsene. De fleste land har lover som forbyr dette.

Forurenset kuldemedium må uskadeliggjøres i forbrenningsanlegg. Kontakt gjerne din SUVA®-leverandør for å få vite mer om innsamling og destruksjon.

Den beste avhending av brukt kuldemedieolje er forbrenning og de fleste land har forbrenningsanlegg til dette formålet.

Kapittel 7 Vann og tørking

7.1 Hvorfor bekymre seg for vannet ?

For mye vann i et kuldeanlegg kan gi følgende resultater:

- 1) Det kan dannes is og hydrater i ekspansjonsventilen eller kapillarrøret som begrenser eller i verste tilfellet blokkerer, kuldemediestrømmen.
- 2) Rust, korrosjon og ujevn kuldemediumstrøm samt generell forringelse av systemet.
- 3) Vann bidrar ikke direkte til nedbryting av kuldemediet, men det gjør at skadene pga. syre i anlegget blir mye verre. Syre oppstår når olje og kuldemedium reagerer med hverandre.

Merk! Hydrat er et fast stoff som ligner på is. Det er et komplekse molekyl som er bygget opp av vann og kuldemedium. Hydrater kan dannes ved en høyere temperatur enn is og forblir i fast form ved temperaturer som fører til at is smelter.

7.2 Hvor mye vann kan tillates ?

Det finnes ingen sikker grense og man er enige om at jo mindre vann jo bedre. Mengden av vann bør i alle tilfelle være mindre enn løselighetsnivået (se kap. 7.4.2). Vann kan komme inn i systemet sammen med kuldemedium, olje, rør eller andre komponenter. DuPont tillater et vanninnhold på maks. 10 ppm (parts per million) i SUVA® kuldemedier som leveres fra fabrikken. Kuldemedieolje kan inneholde opp til 50 ppm vann.

7.3 Løselighet

7.3.1 Løselighet av vann i flytende kuldemedium

Løseligheten av vann i HFK-medier og blandinger som i SUVA® 134a, SUVA® HP62 og SUVA® 9000 kan faktisk være mer enn ti ganger høyere enn i KFK-medier. Pga. faren for hydrolyse når vann reagerer med esterolje og danner syre, må man overholde kravet om lav fuktighet i HFK-/esteranlegg (vann er mindre løselig i enkelte kuldemedier). Vannet danner et separat vannsjikt, eller is og hydrat dersom temperaturen er lav nok.

7.3.2 Løselighet av kuldemedium i vann

Løseligheten av fluoriserte kuldemedier i vann er ganske lav og derfor av liten betydning for kuldeanlegg. I noen tilfeller derimot kan kuldemediet komme i kontakt med vann dersom det er feil på utstyret, f.eks. med kondensatoren, vannkjølere, drikkefontene etc. I slike tilfeller kan mengden av kuldemedium som løses i vann bli stor, og vannet må renses dersom det skal brukes videre. Kuldemedium bør renses i et tørrefilter når det påfylles et anlegg. Dette fjerner vann som kan sitte i fylleslangen eller ventilen.

7.4 Fuktighetsindikator

7.4.1 Seglassets indikator

Fuktighetsindikatoren i seglasset inneholder et stoff (kobolt-salt) som reagerer med fuktigheten i kuldemediet. Stoffet endrer farge når det kommer i kontakt med vann, som regel fra rosa til blå. Fuktighetsindikatorer for HFK er forskjellige fra KFK-indikatorer. Det er viktig at du forsikrer deg om at du benytter den riktige indikatoren til ditt anlegg. Det er vanlig at indikatoren skifter farge når fuktinnhold er mellom 30 og 75 ppm. Imidlertid har det dessverre skjedd at universelle indikatorer ikke har reagert før fuktinnholdet har vært for høyt. Hør derfor med din leverandør om riktig bruk og råd.

7.4.2 Væskeindikator

Væskeindikatoren skal indikere når fuktinnholdet i et anlegg er i ferd med å bli for høyt. Hvilket nivå som er akseptabelt avhenger av hvilken virkning fuktinnholdet har på anleggskomponentene, spesielt kompressoren, men også av type kuldemedium, olje, vannets løselighet og krav til maksimal fuktighet. Tradisjonelt ble tørkeutstyr benyttet dersom det ikke var fare for isdannelse. I et R12 anlegg vil dette si at vanninnholdet var maksimum 25 ppm ved romtemperatur. I anlegg med i SUVA® 134a anbefales det å ikke ha høyere vanninnhold enn 50 ppm. Væskeindikator som plasseres mellom tørkefilteret og ekspansjonsventilen kan også gi annen nyttig informasjon. Bobler i seglasset indikerer problemer

som:

- For lav kuldemediefylling
- Trykktap gjennom filteret, sannsynligvis pga. at det er tett
- For lavt trykk i kondensatoren
- Utilstrekkelig underkjøling

Ta følgende hensyn ved installasjon av fuktighetsindikatoren:

- 1) Den må ikke varmes opp til mer enn 135 °C. Den må deretter kjøles ned før den loddes på væskeledningen slik at ikke pakningsmaterialet skades.
- 2) Spesielt i store anlegg er det en fordel å installere indikatoren i by-pass parallelt med væskeledningen. Det er nok at bare en liten del av kuldemediestrømmen går igjennom. I tillegg blir indikatoren utsatt for minst mulig urensligheter.
- 3) Indikatoren kan monteres på begge sider av tørrefilteret: Plasseres den foran kan tørrefilteret installeres nærmere ekspansjonsventilen slik at vi tidligere får informasjon om for høyt fuktinnhold. Plasseres indikatoren etter filteret vil bobler i seglasset vise når filteret er blokkert.

7.5 Tørking

Alle kulde- og luftkondisjoneringsanlegg bør tørkes godt før kuldemediet fylles på. Dersom en del av systemet er åpent kan luft og vann trenge inn. Dette må fjernes for at anlegget skal kunne arbeide mest mulig uproblematisk. Selv komponenter som er fylt og forseglet på fabrikken bør vakuumeres og tørkes dersom forbindelsesrør og andre deler har vært åpnet, selv for en kort tid.

Det beste er å bruke en god vakuumpumpe for å redusere trykket til under vandamptrykket. Vannet vil dermed koke eller fordampe og fjernes med luften vha. pumpen. Ved å bryte vakuuemet med oksygenfritt nitrogen og heve trykket til litt over atmosfærisk trykk før systemet vakuumeres igjen, vil det ta kortere tid å dehydrere anlegget. I tillegg vil systemet bli like tørt.

Du kan også benytte en åpen kompressor for å vakuumere anlegget, men bare dersom det ikke inneholder fuktighet. Det anbefales da å rense to ganger med nitrogen. Detaljene er beskrevet i kapitlet om vakuumering.

Du bør ikke benytte en hermetisk kompressor fordi det er nødvendig å kjøle motoren vha. kuldemedieinnsprøyting. Under vakuumering er kuldemediestrømmen svært liten slik at temperaturen i motoren kan bli høy nok til å gjøre skade.

Dersom du ikke har noe vakuumeringsutstyr tilgjengelig, vil den beste løsningen være å blåse nitrogen gjennom systemet.

Anlegg med HFK og esterolje bør renses minst to ganger med nitrogen og deretter vakuumeres godt.

Uansett hvilken metode du bruker for å få anlegget tørt bør du installere et tørkefilter. Selv om anlegget er omhyggelig tørket kan det ha kommet inn vann under påfylling av kuldemedium og olje. Vann kan også bli skilt ut av forskjellige systemkomponenter eller dannes når luft og materialer reagerer. Tørrefilteret samler også opp andre forurensninger i systemet.

7.6 Tørrefilterets funksjon

Tørrefilteret har tre hovedfunksjoner:

- 1) Å absorbere rester av fuktighet etter vakuumering eller som er kommet inn i anlegget ved påfylling av olje og kuldemedium. Vannet gjør systemet mer ustabil og kan forårsake isdannelse i ekspansjonsventilen eller fordamperen.
- 2) Å nøytralisere syrer som kan oppstå i systemet. Syre skader kompressorens elektriske motor og forårsaker kobberplatteringer.
- 3) Ved hjelp av et metallnett samler filteret opp faste partikler som kan skade kompressoren.

Kapittel 8 Hvordan holde anlegget rent og tørt ?

8.1 Renslighet og SUVA® kuldemedier

Her er noen gode råd for å hjelpe deg å holde anlegget rent: Kjøp SUVA® kuldemedier som er av høy kvalitet. Sylindrene skal være fylt av DuPont's eget personell for å være sikker på at du får rent og tørt kuldemedium. Prøv ikke å overføre kuldemedium fra en beholder til en annen da dette kan forårsake:

- at luft og fuktighet kommer inn på sylindren
- at kuldemediet blir forurensset fordi beholderen som skal fylles sjelden er helt ren
- fare for overfylling av sylindren. Mangel på riktig utstyr vil forverre situasjonen.

Dersom du allikevel er nødt til å overføre kuldemedium til en annen beholder må du bruke et tørrefilter. Dette skal være like stort som et som er beregnet for et 1 kW-anlegg.

8.2 Vedlikehold av sylindre

- Sett alltid på hetten med en gang ventilen er stengt og sylindren er koblet fra. Dette hindrer at skitt kommer inn i ventilen.
- Oppbevar SUVA® sylindre på et kjølig og tørt sted, helst stående og fastbundet med en kjetting slik at de ikke velter.
- Ikke bruk kraft på sylinder-tilslutningene. Det kan oppstå små spor som senere kan medføre lekkasje. Husk at en ventil ikke kan repareres når den først er montert på sylindren.
- Ikke fingre med det innebygde sikkerhetsutstyret på sylinderventilen.
- Sylindrene skal ikke benyttes som valser eller annet de ikke er beregnet for.

8.3 Fordeler med rene, tørre rør og fittings

Riktig håndtering av kobberrør er svært viktig for å holde et anlegg rent og tørt. Kobberrør i kveiler leveres uten innhold av fuktighet eller andre forurensninger. De er i tillegg fysisk rene. For å bevare utstyret rent kan du gjøre følgende:

- Hold luft og fuktighet ute
- Sørg for at skitt og urenheter ikke kommer inn

i rørkveilene eller fittingsen

- Ved lodding og sveising må en hindre at kobbermetallet oksiderer

Se også kapittel 9 om lodding og sveising.

Tips for god håndtering av kveilene:

Ikke kutt opp en ny kobberkveil på slutten av dagen.

Ta i så fall følgende forholdsregler:

- Bruk den lengden som er kuttet av kveilen og forsegl resten av kveilen.
- Forsegl alle åpne ender på anlegget når du skal ha en lengre pause.

Stive kobberrør

De samme reglene som ovenfor gjelder også for stive kobberrør. Bruk bare rør som er rengjort og kappet av produsenten. Forsegl røret dersom det ikke benyttes umiddelbart. God og forsiktig behandling holder rørene like rene som da de ble levert.

Fabrikkbehandling av aggregater og kobberrør

Produsenter av kjøleteknisk utstyr legger stor vekt på rengjørings-, dehydrerings- og vakuumeringsprosedyrer som en del av deres kvalitetskontroll. Ferdigproduserte komponenter blir også grundig undersøkt før bruk slik at de ferdigproduserte produktene er helt fri for forurensninger:

- Kuldemedium og olje blir regelmessig analysert for å være sikker på at kvalitetskravene overholdes.
- Hermetiske motorer blir avfettet for å fjerne alle rester av ustabil olje og deretter dehydrert slik at isolasjonsmaterialet ikke lenger kan avgi fuktighet.
- Alle kompressorkomponentene bli rengjort for å hindre at rust oppstår før de settes sammen.
- Ferdigstilte kondesatorer og fordampere blir rengjort og dehydrert og satt sammen til ferdige anlegg, eller forseglet.

Slik håndtering må utvises i alle ledd for at anlegget skal fungere best mulig.

Kapittel 9 Lodding og sveising

Loddefluss og andre materialer som benyttes i sammenføyning av rør, kan være en stor kilde til forurensning. Det er derfor viktig med god loddeteknikk. Den eneste måten å få et lekkasjefritt system på er å lodde sammenføyningene, flareforbindelser bør ikke benyttes. Dersom du fjerner en komponent pga. vedlikehold, må skjøtene føyes sammen under kompresjon.

9.1 Forberedelser til røropplegget

Benytt en rørkutter dersom du er nødt til å kutte røret, helst ikke en sag. Hvis du bruker en sag skal røret skråne utover for å hindre at metallstøv og små partikler kommer inn i røret. Fjern skall fra skjærekanten med et spesialredskap, en fil eller kniv.

Både utsiden av røret og innsiden av fittingsen må være blanke og rene. Bruk et mykt sandpapir eller stålull. Smergellerret er ikke å anbefale da det lager riper i kobberet. Overflaten skal være glatt slik at loddemetallet flyter jevnt. Røret må rengjøres like før loddingen starter for å unngå reoksidasjon av overflaten. På den annen side må det ikke files bort mer kobber enn nødvendig for at overflaten skal bli ren og glatt.

9.2 Riktig sammenføyning

Klaringen mellom røret og fittingsen skal være 0,04 mm. Denne avstanden gjør at røret lett glir inn i fittingsen uten at det sitter helt fast og uten at det løsner. En klaring som er for liten vil begrense strømmingen av loddemetall i fugen slik at den blir ufullstendig. Dersom klaringen er for stor vil heller ikke loddemetallet komme ordentlig ned i fugen (manglende kapilareffekt) og det oppstår et tomrom. En fuge med klaring på 0,04 mm gir maksimal styrke fordi loddemetallet blir utsatt for skjærspenninger. Dersom klaringen er for stor vil loddemetallet bli utsatt for strekkspenninger. Motstandsevnen mot strekkspenninger er lavere enn motstandsevnen mot skjærspenninger.

9.3 Lufting med inertgass

Når varme tilføres kobber sammen med luft vil kobberet oksidere på indre og ytre overflater. Dette oksidlaget vaskes vekk fra overflaten når anlegget begynner å arbeide og sirkulerer med kuldemediet og oljen. Oksider fra oljen blir utsatt for høy temperatur i kompressorens utløpsventil og kan dermed forårsake nedbrytning av kuldemedium og olje.

Det er lett og svært nyttig å hindre oksidasjon. Isolér den delen av røret som skal loddet og gjennomblås det med inert gass, helst nitrogen. Nitrogen vil fortrenge luften og hindre oksidasjon av stål- eller kobberet ved høye temperaturer. Nitrogenstrømmen skal være akkurat stor nok til å fortrenge luften i røret. Fra 30 til 90 liter i minuttet er som regel tilstrekkelig. Nitrogen er som regel helt tørr, men det er likevel lurt å benytte et tørkefilter. Det er lønnsomt å utstyre alle servicebiler med tørr nitrogen fordi gevinsten ved å installere rene og tørre anlegg er meget stor.

Når du arbeider med tørr nitrogen er det visse forholdsregler som må tas. Trykket i en full nitrogenbeholder er ca. 165 bar, dvs. mye høyere enn eksplosjonstrykket i en kuldemediebeholder eller -komponenter. Derfor må du alltid benytte trykkreguleringsventilen eller trykkregulatoren på forbindelsesrøret mellom nitrogensylinderen og anlegget.

9.4 Flussmiddel

Vær nøye med å bruke det rette flussmiddelet. Unngå flussmiddel som inneholder ammoniakk da det kan ha skadelig virkning når det brukes sammen med kobber. Rør alltid i flussmiddelet før det brukes. Noe av innholdet kan synke til bunns, spesielt i varmt vær. Bruk en børste til å påføre flussmiddelet, - ikke fingeren. Noen av kjemikaliene i flussen er veldig reaktive. Varm forsiktig opp røret og skjøten før du påfører flussmiddelet slik at det brer seg jevnt og glatt utover. Bruk akkurat riktig mengde fluss slik at en tynn film dekker overflaten av både røret og fittingsen. For lite fluss gir dårlig sammenføyning og for mye er bortkastet og gir et stygt resultat. Pass på at det ikke kommer fluss på kanten av røret (minst 5 mm fra) og fra den innerste enden av fittingsen.

Det bør heller ikke komme fluss inn i røret. Dette er en av de verste forurensningene som kan komme inn i et kuldeanlegg. Så lite som 3 g fluss i et anlegg med en fylling på 25 kg, er uløselig i FREON® 22 og i SUVA® kuldemedier. Flussmiddelet kan også skape problemer i ekspansjonsventilen eller kapillarrøret.

Anbefalt metode er å føre røret halvveis inn i fittingsen og så påføre flussmiddelet for å forhindre at det kommer noe inn i anlegget. Dytt så røret helt inn og roter røret eller fittingsen noen ganger for å spre flussmiddelet jevnt utover. Det er også viktig å støtte delene slik at skjøten ikke påvirkes av spenninger mens den nedkjøles.

9.5 Tilførsel av varme

Varm opp skjøten så jevnt som mulig ved å føre flammen vekselvis over fittingsen og røret. Hvis den ene delen har større masse enn den andre, trenger den lengre tid på å bli varmet opp. Unngå at flammen kommer borti skjøten der loddemetallet skal tilføres da flussen kan bli brent. Under oppvarmingen kan du innimellom berøre skjøten med loddemetallet for å se om røret er varmt nok til å smelte det.

Pass på at du ikke varmer opp røret for mye. Høy temperatur kan bryte ned flussmiddelet og påvirke loddemetallet. Ikke varm mer enn at loddemetallet smelter.

Enkelte ganger er det ikke mulig å legge på flussmiddelet før du setter sammen røret og fittingsen. I slike tilfeller kan du legge en moderat mengde fluss på røret nær skjøten og varme forsiktig opp. Varm så opp fittingsen til flussmiddelet smelter og trekkes inn i skjøten.

9.6 Påføring av loddemetall

9.6.1 Smelting av loddemetallet

Før loddeledningen bort til skjøten på flere steder når røret og fittingsen er varme nok til å smelte loddemetallet. Kapillareffekten vil trekke det smeltede loddemetallet inn i skjøten og rundt røret. Det oppstår da en ring med loddemetall rundt hele røret; Jobben er avsluttet og en god og tett skjøte er dannet. For å lage en pen skjøte i bløte metaller, kan røret gnis med en klut mens metallet fremdeles er varmt. Ikke avkjøl skjøten for fort når temperaturen er nær metallens smeltepunkt.

9.6.2 Store rør

Rør med stor diameter må loddet stykkevis for å lage en god skjøte. Før flammen vekselvis over røret og fittingsen mens loddelegeringen smelter over en liten del av skjøten. All loddelegering må ned i skjøten og blandes med legeringen som er der. Dersom det tilføres for mye fluss vil skjøten bli dårlig. Flussmiddelet kan oppta plass der det skulle vært loddemetall. Med tiden vil flussmiddelet brytes ned og skjøten blir lekk. Det finnes brennere med dobbelt munnstykke til bruk på store rør slik at de varmes jevnere opp. I noen tilfeller kan to enkeltbrennere benyttes.

9.6.3 Sølvholdig loddemetall med lavt smeltepunkt

Sølvholdig loddemetall med lavt smeltepunkt er lett å bruke med forskjellige metaller og anbefales spesielt for bruk i matindustrien. Sølvlegeringer som inneholder kadmium bør ikke brukes på komponenter som kan komme i kontakt med mat. Dette kan føre til kadmiumforgiftning.

9.7 Bryte opp loddeskjøter

9.7.1 Service av alle typer kuldeanlegg

Det vil ofte være nødvendig å bryte opp kuldemedierøret for å reparere lekkasjer i skjøter eller for å erstatte komponenter som ekspansjonsventiler, kompressorer, kondensatorer eller fordampere.

Varm aldri opp et rør som inneholder kuldemedium. Faren for sprekk i røret vil alltid være til stede. Ikke bryt en loddeskjøte når røret inneholder vakuum fordi luft og fuktighet vil trenge inn og forurense anlegget. For å hindre dette kan du ha et overtrykk i systemet.

Rengjør utsiden av skjøten og påfør fluss. Varm opp fittingsen helt til loddemetallet smelter og røret kan skilles fra fittingsen.

Tett igjen alle åpninger umiddelbart. Benytt flareplugg eller -hetter dersom systemet bruker flarefittings. På uloddete forbindelser kan man bruke elastomer eller harpiks/voks som forsegling.

9.7.2 Lokal korrosjon

Når kuldemedium nedbrytes kan det oppstå lokal korrosjon. Rør og fittings skal derfor rengjøres nøye før de sammenstilles på nytt. Sørg for god ventilasjon for å fjerne irriterende gasser fra arbeidsplassen slik at de ikke kommer i kontakt med kuldemedium i røret og reagerer med det. Gassene som da dannes er mer irriterende enn farlige.

Et anlegg som inneholder ammoniakk må aldri varmes opp.

9.7.3 Epoxybaserte materialer

Epoxybaserte materialer er forenlig med SUVA® kuldemedier og kan benyttes ved service. I mange tilfeller kan det brukes når lodding og sveising er vanskelig. Det er utarbeidet flere metoder, hør med din leverandør. Husk å spesifisere at det gjelder et kuldeanlegg.

Kapittel 10 Motorbrann

10.1 Generelt

De fleste anlegg som arbeider med SUVA® kuldemedier har hermetisk eller semihermetisk kompressor. Slike kompressorene har flere fordeler fremfor åpne kompressorer, men det finnes en ulempe. Dersom det brenner i den elektriske motoren vil forbrenningsproduktene føres med kuldemediet ut i systemet, og kompressoren må byttes ut.

Sikringsutstyr som bl.a. viklingstermostater og motorvernbytere reduserer antall motorbranner og dermed også forurensning av systemer. For å unngå gjentakende motorbranner er det viktig å huske på følgende:

- 1) Fjern karbon og andre avfallsstoffer. Karbon som sirkulerer med kuldemediet kan igjen skade den nye kompressoren slik at en ny motorbrann oppstår.
- 2) Fjern all annen forurensning som kan ha kommet inn i systemet, f.eks. luft, vann eller løsemidler.

Det vil så og si alltid være nødvendig å bytte kompressor etter en brann. Det er mulig, men ikke tilrådelig, å reparere en semihermetisk kompressor uten å fjerne den fra anlegget. Reparasjon av kompressorer bør utføres av en spesialist, og produsenten eller dennes distributør vil vanligvis påta seg dette arbeidet. Det finnes også uavhengige firma som spesialiserer seg på reparasjon og oppbygging av skadede kompressorer. Det spiller ingen rolle for kuldemontøren om erstatnings-kompressoren er ny eller reparert så lenge det følger med en garanti. Følg alltid produsentens anbefalinger og instruksjoner. Videre i kapittelet gir vi noen retningslinjer for håndtering av motorbranner i små og middels store stempelkompressorer.

10.2 Sikkerhetsregler

Ikke innhalér gasser som oppstår under en motorbrann da giftige stoffer kan ha blitt dannet. Sørg for god ventilasjon hele tiden og bruk gummihandsker og vernebriller. Oljen fra den brente kompressoren inneholder som regel syre og må ikke søles på klær.

10.3 Inspeksjon

Sjekk den elektriske tilførselen og kretsen. Det kan hende at det er andre grunner til at kompressoren ikke

starter. Dersom elektrisiteten er tilgjengelig i alle faser og spenningen er riktig, kan du bruke et ohmmeter for å sjekke kretsen mellom viklingene eller fra viklingene til jord. Elektrisk gjennomgang bekrefter at det har vært en motorbrann uten at det er nødvendig å gjøre flere undersøkelser. Pass på at termistoren ikke begynner å brenne under forsøkene.

Ta en oljeprøve fra kompressoren. Dersom denne har mørk farge og gir positivt svar vha. en syretest, tyder dette på at motoren er brent.

Hvis kompressoren er installert med avstengningskraner, i hht. tidligere anbefalinger, må disse stenges. Kuldemedium i kompressoren fjernes på forsvarlig måte i hht. lover og regler. La gjerne oljedråper fra kranene dryppe ned på en ren og hvit fille, slik at de kan undersøkes mhp. karbon og andre forurensninger. Karbon finnes som regel bare på sugesiden da denne er direkte forbundet med motoren. Dersom motorbrannen oppsto mens kompressoren var stillestående er høytrykksiden sannsynligvis ren. Allikevel vil begge sider bli forurenset med karbon og syre dersom kompressoren fortsetter å arbeide under en «sakte» brann.

Disse undersøkelsene gir nok informasjon for å finne ut hvor stor del av anlegget som er påvirket av brannen. Det er ikke nødvendig å kutte opp et rør for å finne ut om det inneholder karbon.

10.4 Behandling av kuldemediet

Det finnes to alternativer:

- Fjerne kuldemediet fra anlegget, deretter rense eller avhende det.
- La kuldemediet forbli i anlegget

Det første alternativet er det beste forutsatt at det finnes et mottaksanlegg (som Returprosjektet i Norge). Pass på at kuldemediebeholderen ikke overfylles. Mottaksanleggene og kuldemedie-distributørene har egne beholdere til dette formål. Bare i anlegg med store fyllinger og der forurensningene etter brannen ikke har spredt seg ut i systemet, kan kuldemediet forbli i anlegget. Anlegget bør ha avstengningsventiler og en tilstrekkelig stor væsketank som kan oppta hele fyllingen.

Tidligere har det vært vanlig praksis å slippe kuldemediet rett ut i luften. Dette er nå forbudt ved lov. I stedet skal alt kuldemedium samles inn og gjenvinnes eller destrueres.

10.5 Rengjøring

10.5.1 Ingen store restmengder av karbon eller annet nedbrutt materiale

Det er ikke nødvendig å foreta service på anlegget dersom det ikke er betydelige rester av karbon eller andre urenheter i anlegget, spesielt ikke hvis oljen ikke inneholder syre (syretallet må være mindre enn 0,05 ppm).

Det er tilstrekkelig å erstatte kompressoren og å sette inn et nytt tørrefilter. Det nye filteret bør være en størrelse større enn det opprinnelige og plasseres på samme sted. Dette bør skje innen 24 timer.

10.5.2 Svært forurensede anlegg

Dersom anlegget er svært forurensset er det nødvendig med et større inngrep. To metoder kan benyttes: Å bytte tørrefilter er den vanligste, men det er også mulig å spyle med kuldemedium eller olje. Kuldemediet eller oljen må være den samme som skal benyttes i anlegget etter inngrepet. Uavhengig av hvilken metode som benyttes bør ekspansjonsventil, magnetventil og tørrefilter fjernes under service, og deretter erstattes eller rengjøres.

10.5.3 Burn-out filter

Bruk av burn-out filter anbefales av kompressorprodusentene. Anlegget settes raskt i gang igjen etter at det er blitt fylt med nytt kuldemedium. Et utskiftbart burn-out filter installeres i både suge- og væskeledningen. Benytt gjerne en størrelse større enn vanlig. Det er viktig at den som utfører servicen tar seg tid til å følge driften nøye etter at anlegget er satt i drift igjen.

Trykkfallet over tørrefilteret må hele tiden kontrolleres slik at filteret eller innsatsen byttes til rett tid. Kontrollér også topptrykket i kompressoren da det kan ha blitt dannet ikke-kondenserbare gasser. Følg instruksene til leverandøren av filteret.

Merk! Filteret kan blokkeres temmelig raskt dersom anlegget er svært forurensset.

10.6 Oppfølging

Når et brent anlegg settes i drift igjen bør det følges opp annen hver uke, uavhengig av hvilken metode som er benyttet. Anlegget inspiseres og det bør alltid foretas en syreprøve i ettertid. Oljen og tørrefilteret eller -innsatsen må skiftes så ofte som nødvendig inntil oljen er ren og uten syre. Nå er jobben fullført.

Kapittel 11 Påfylling av kuldemedium

11.1 Betydningen av riktig påfylling

Kuldemontørens viktigste oppgave er å sørge for at anlegget fungerer slik som designeren har planlagt. Det er nødvendig at montøren har kunnskaper om hvordan kuldemedium skal behandles og påfylles forskjellige typer kuldeanlegg. Det finnes en rekke ulike kuldemedier, og fyllemengdene kan variere selv om anleggskapasitetene er like store.

11.2 Kontrollêr navnplaten på fabrikkmonterte systemer

Alle produsenter merker anleggene sine med et skilt som forteller hvilket kuldemedium som skal benyttes. Som regel står det også hvor stor fyllingen skal være. Sjekk alltid skiltet før du går i gang med påfylling da mengden varierer fra anlegg til anlegg.

11.3 Les veiledningen

Kataloger og serviceinstrukser er alltid tilgjengelig hos utstyrsleverandører og forhandlere. Les dem godt og ta vare på dem før du går i gang med å fylle et anlegg.

11.4 Gassfylling

Påfylling av SUVA® kuldemedie-blandinger skal aldri skje i gassfasen, bare i væskefase. Benytt enten sylindrens dykkrør eller snu sylindren på hode når anlegget skal fylles. Det gjør ingenting om væsken fordampes i fylleslangen. Små anlegg som går på et enkomponent kuldemedium (f.eks. SUVA®134a), blir som regel påfylt gjennom kompressoren serviceventil på sugesiden. Vanlig prosedyre er:

- 1) Skru kompressorens servicekran på sugesiden helt ut (i normal stilling).
- 2) Montér (løst) fylleslangen fra servicemanifolden til servicekranens måleuttak.
- 3) Koble manifoldens midtre slange til kuldemedium-sylindren.
- 4) Skru kompressorens servicekran på trykksiden helt ut.

- 5) Montér (løst) den siste slangen på servicemanifolden til servicekranen på trykksiden.
- 6) Sylindrekranen åpnes forsiktig for å blåse ut luften i slangen til kompressorens servicekran på trykksiden.
- 7) Stram til slangen på servicekranen (trykksiden).
- 8) Blås tilsvarende slangen ren for luft etc., til kompressorens sugeside.
- 9) Stram til slangen på servicekranens måleuttak. Skru begge servicekranene i åpen stilling.
- 10) Sett sylindren med SUVA® kuldemedium på en egnet kuldemedievekt.
- 11) Anleggstrykket økes til fullt sylindetrykk slik at en siste lekkasjetest kan utføres.
- 12) Start kompressoren. La den gå helt til høytrykket og sugetrykket stabiliserer seg. En lavtrykksregulator kan medføre at kompressoren arbeider i korte sykluser. Notêr ved hvilket lavtrykk den kutter ut på. Sørg for at kuldemedium fra sylindren øker sugetrykket med 0,7 til 1,0 bar over dette trykket.
Åpne sylindrekranen fullstendig og kontrollêr kuldemediestrømmen vha. manifolden. Sugetrykket kontrolleres og noteres med jevne mellomrom ved å stenge sylindrekranen. Likeledes bør også høytrykket kontrolleres og noteres slik at det ikke blir høyere enn forventet. I luftkjølte systemer skal kondenseringstemperaturen være 11 til 17 grader over omgivelsestemperaturen.
- 13) Steng kranen på sylindren og koble fra fylleslangen når riktig mengde kuldemedium er påfylt.
- 14) Når anlegget fungerer som det skal stilles begge servicekranene i bakre stilling. Trykket i slangene slippes ut gjennom manifoldens fyllestuss.
- 15) Sett hetten på sylindrekranen og plugg slanger før kompressorkranene påsettes hetter.

Merk!

Dersom det er mulig bør mengde kuldemedium alltid bestemmes ved hjelp av en vekt med nøyaktig skala, eller en målesylinder med volumskala. Målesylindrens skala må kompensere for endringer i kuldemediets tetthet

som følge av temperaturforandringer. Det finnes forskjellige skalaer for hvert kuldemedium.

Seglassmetoden: Det har pleid å være vanlig å fortsette påfylling av KFK-medier inntil seglasset er fritt for bobler. Denne metoden kan ikke alltid benyttes med SUVA® mediene, særlig ikke sammen med esterolje. Se kapittel 11.6 for korrekt fyllemetode.

Det kan hende at sylindetrykket blir så lavt at det ikke er mulig å fortsette påfyllingen. Plassér da sylinderen i et bad med varmt vann (25 - 45 °C) eller benytt en varmelampe for å heve sylindetrykket. Sylinderen må aldri varmes opp til over 50 °C og aldri vha. åpne flamme.

11.5 Påfylling fra væskefasen

For større anlegg har det vært vanlig at kuldemediet fylles på fra væskefasen. Dette er nødvendig ved bruk av SUVA® blandinger. Bruk kompressorens trykk-service ventil når et vakuumert anlegg skal fylles. Kompressoren skal være slått av under arbeidet. Prosedyren er den samme som beskrevet i kapittel 11.4.

I de fleste systemer finnes det en påfyllingsventil på væskeledningen fra receiveren. Kuldemediet kan påfylles gjennom denne under stillstand.

11.5.1 Kuldemediebeholderen kobles til påfyllingsventilen

Koble sylinderen med kuldemediet til påfyllingsventilen. Bruk en så kort slange som mulig for å minimere vanninntaket, evt. kan et tørrefilter monteres. Sylinderen må snus på hodet dersom den ikke er utstyrt med et dykkrør. Installér et manometer slik at høytrykket kan kontrolleres.

11.5.2 Sylinderventilen åpnes og fylleslangen skylles

Slangekoblingen til påfyllingsventilen skal ikke skrus hardt på. Skyll fylleslangen med kuldemediegass vha. «gasskremen» på sylinderen. Stram deretter til slangekoblingen, åpne sylinderventilen og se etter om det skulle være lekkasjer i slangen.

11.5.3 Steng ventilen på væsketankens utløp

Steng ventilen på væsketankens utløp. Dersom anlegget ikke er utstyrt med en væsketank, stenges i stedet væskeledningens ventil som er plassert etter påfyllingsventilen. Dette hindrer kondenseringstrykket i å presse væske tilbake til sylinderen.

11.5.4 Påfyllingsventilen åpnes sakte for væskepåfyllingen

Mens kompressoren går åpnes påfyllingsventilen og væske strømmes gjennom sylindereens væskerør. Hastigheten skal være stor nok til å hindre at kompressoren stopper pga. lavtrykksregulatoren slår ut. Kuldemediestrømmen kan også kontrolleres vha. sylinderventilen slik at slangen ikke blir full av væske. Du oppnår samme resultat ved å stenge sylinderventilen først når påfyllingen er fullført.

11.5.5 Hold øye med høytrykket

En rask økning i høytrykket kan tyde på at kondensatoren fylles med væske og at systemets pumpekapasitet er overskredet. Stopp fyllingen fra sylinderen og åpne for væskeventilen. Dersom systemet fortsatt har for liten fylling kan det være nødvendig å sette på en ekstra væsketank. Når riktig kuldemediemengde er påfylt, stenges sylinderventilene. Kompressoren stopper når lavtrykksregulatoren slår ut. Steng påfyllingsventilen og luft ut gass fra fylleslangen ved å løsne forsiktig på koblingen. Åpne avstengningsventilen i væskeledningen eller på væsketanken og kontrollér hvordan anlegget fungerer under drift. Sett hetten på sylinder- og påfyllingsventilen. Plugg igjen begge endene på fylleslangen eller manifolden slik at den holdes ren til neste gang den skal brukes.

11.6 Anlegg uten seglass

Følgende anbefalinger kan være nyttige dersom det ikke er installert seglass i anlegget og du ikke vet hvor stor fyllingen er:

1) Koble fylleslangen og manifolden til kompressoren.

- 2) Fest termometeret til fordamperutløpet.
- 3) Start kompressoren og les av begge trykkene og temperaturen etter ti minutter.
- 4) Tilfør kuldemediet.
- 5) Steng sylinderventilen og les av suge- og høytrykket samt termometeret etter fem minutter. Begge trykkene skal ligge litt høyere enn det som er beskrevet i 11.7.3. Termometeret viser kanskje litt lavere. I vannkjølte systemer med svært god tilførsel av kaldt vann er det ikke sikkert at høytrykket stiger.
- 6) Gjenta punktene 4 og 5 inntil det ikke lenger er endringer i trykkene.
- 7) Les av termometeret og sammenlign med metningstemperaturen som korresponderer med trykket på lavtrykkspresostaten. Forskjellen mellom metningstemperaturen gitt av fordampertrykket og termometertemperaturen tilsvarer overhetningen som ekspansjonsventiler stilles inn etter. Som regel ligger på overhetningen 5 - 6 °C. Det er vanlig at termometertemperaturen er inntil 1°C høyere enn damptemperaturen.
- 8) Tilfør en liten mengde kuldemedium en gang til og se om det gir utslag på termometeret. Ingen forandring kan tyde på at full væskestrøm tilføres ekspansjonsventilen. Driftsforholdene må være i likevekt før termometeret avleses for siste gang.
- 9) Tilfør litt mer kuldemedium, avhengig av anleggets størrelse, som reserve.

Prosedyren kan også benyttes på anlegg med kapillarrør med unntak av punkt 9.

11.7 Fylling av et lite anlegg med kapillarrør eller luft-kondisjoneringsanlegg med variabel fyllemengde

Den beste måten å fylle et kapillarrørsystem på er også den enkleste:

- 1) Fjern alle rester av kuldemedium i systemet og levêr det til gjenvinning.
- 2) Start påfylling vha. en vekt.
- 3) Fyll på akkurat den mengden med SUVA® kuldemedium som er spesifisert av produsenten.

Det finnes også andre metoder som innebærer kontroll av trykk og temperaturer på forskjellige steder på anlegget. Dette medfører en del ekstra arbeid og tid uten at en oppnår noe særlig mer. Det anbefales derfor å bytte hele fyllingen.

Kapittel 12 Lekkasjesøking

Den økende fokus på kuldemedieutslipp pga. økonomiske og miljømessige hensyn, har ført til at man i dag legger stor vekt på å holde anleggene tette. Dette gjelder både ved installasjon og under drift.

12.1 Design som reduserer faren for lekkasjer

Lekkasjer kan oppstå i kuldeanlegg, luftkondisjoneringsanlegg, varmepumper og varmegjenvinningsystemer, og årsakene er mange. Høy fagkunnskap og solid arbeid ved installering av anleggene redusere faren for at lekkasjer skal oppstå.

Her er noen råd:

- 1) God sveise- og loddeteknikk er nødvendig for å oppnå et godt resultat
- 2) Lodding foretrekkes fremfor skrueforbindelser
- 3) Skrueforbindelser foretrekkes fremfor flare. I flere land er det ikke lenger tillatt å benytte flareforbindelser i kuldetechniske rørsystemer.
- 4) Riktig rørstrekk kan hindre spenninger i rørene.
- 5) Installér vibrasjonseliminatorer.
- 6) Benytt høykvalitetskomponenter som er beregnet for de aktuelle trykk- og temperaturforholdene.
- 7) Installér utskiftbare komponenter (f.eks. tørrefilter) på en måte som gjør at de senere kan erstattes uten særlig tap av kuldemedium.
- 8) Nye anlegg bør trykktestes før de vakuumeres og fylles.

Høy kvalitet og god montasje hindrer lekkasje fra ventiler. Allikevel viser erfaringer at det er nesten umulig å eliminere lekkasjer fullstendig. Det er derfor nødvendig å identifisere dem slik at de kan utbedres.

12.2 Symptomer

Lekkasjer reduserer anleggets fylling som igjen kan gi følgende utslag:

- 1) Bobler i seglasset. Disse kan også være forårsaket av tilstopping i væskerøret, f.eks. ved delvis blokkasje av væskefilteret.
- 2) For lav fordampertemperatur. Dette kan også være forårsaket av at ekspansjonsventilen eller væskerøret er tilstoppet eller ved en funksjonsfeil i ekspansjonsventilen. Konsekvensene kan være

alvorlige: Frosne kjølevarer og ising av fordamperen (luftkondisjonering).

- 3) Kompressoren arbeider i korte perioder; den stopper og starter oftere enn normalt . Mer enn 12 ganger i timen regnes som for ofte. Funksjonsfeil eller ukorrekt innstilling av startutstyret kan også medføre korte sykluser.
- 4) Kompressoren går varm. Dette kan skyldes utilstrekkelig kjøling av kompressoren pga. for lav kuldemediestrøm. Også i dette tilfellet kan kretsen være tilstoppet.
- 5) Kompressoren går kontinuerlig som følge av redusert kuldeytelse. Det er ikke nok kuldemedium i kretsen til å gi forventet ytelse.
- 6) Lavt væsknivå i væsketanken; Den er den mest pålitelige indikasjon på at fyllingen er redusert. Dette forutsetter imidlertid at det er et seglass i væsketanken og at en vet hvor høyt væsknivået skal være.

Det er ikke alltid like lett å se symptomene ovenfor, derfor er det en fordel å kunne følge spesifiserte prosedyrer for å finne lekkasjene. Det beste er imidlertid å forebygge lekkasjer før de inntreffer. På store anlegg bør lekkasjesøking foretas en gang i uken.

12.3 Metoder

Lekkasjeovervåking foretas vha. et instrument med en innebygget sensor. Dette er en teknologi som er i rask utvikling. Enkelte av dagens detektorer er ikke følsomme nok overfor enkelte kuldemedier (dette gjelder spesielt HFK som ikke inneholder klor). De fleste detektorene må rutinemessig kalibreres eller en må sørge for at sensoren jevnlig byttes ut. Du må velge en detektor som er beregnet for de kuldemediene du arbeider med og sørge for at instrumentet får nødvendig vedlikehold.

Det finnes to forskjellige typer lekkasjesøkere, avhengig av funksjon:

- 1) Lekkasjedetektering: Gir informasjon om at det finnes en lekkasje.
- 2) Stedangivelse: Identifiserer nøyaktig lekkasjestedet.

Det ligger mange forskjellige teknologier bak utformingen av detektorsensoren som igjen gir forskjellige typer detektorer:

- 1) Ikke selektive. Disse registrerer en forandring i den

termiske konduktiviteten eller luftens varmekapasitet pga. det er en annen gass tils stede.

- 2) Halogensøker. Her benyttes flere forskjellige elektronikk-teknologier. Enkelte er mer sensitive overfor klorholdige komponenter enn for HFK-medier. Den mest anvendelige er en som er like sensitive overfor alle halogener.
- 3) Selektiv. Disse detektorene er laget for å kunne måle konsentrasjonen av et spesielt kuldemedium i en blanding av mange medier. Slike detektorer har stort sett bare vært tilgjengelige som faste enheter, men nå begynner bærbar utgaver å komme på markedet. Et infrarødt spektrofotometer som er innebygget, kan stilles inn på å velge ut en spesifisert absorpsjonsfrekvens som er karakteristisk for det stoffet som skal dekteres.

12.3.1 Lekkasjeovervåking

Lekkasjeovervåking har som regel blitt utført med en stasjonær (ikke-bærbar) enhet (lekkasje-monitor) som har bestemte prøvepunkter. Monitoren har to virkemåter: Enten trekker den luft gjennom en analyseenhet eller så har monitoren flere sensorenheter som er plassert på forskjellige steder. Instrumentet er programmert til å utløse en alarm når det oppstår lekkasje. Alarmen kan plasseres lokalt eller på et annet sted. Det er vanlig at supermarkedene sender alarmsignalet gjennom et modem til en serviceansvarlig. Det finnes også datasystemer som registrerer tap av medium over tid.

Lekkasjeovervåking har en annen viktig funksjon: Luften i et lukket rom (f.eks. et maskinrom) analyseres rutinemessig mhp. andre gasser og monitoren gir beskjed når tillatte verdier overskrides. For ammoniakk og R123 er det i de fleste land obligatorisk med slik overvåking. Sannsynligvis blir det i mange land lovbestemt med slikt utstyr for alle kuldemedier i større anlegg.

12.3.2 Stedsbestemmelse

Når stedet for lekkasjen skal bestemmes nøyaktig brukes bærbar lekkasjesøkere. De fleste er elektroniske og det finnes to forskjellige typer:

Pumpedetektor
Detektorhode

Pumpedektoren består av en liten bærbar enhet som inneholder pumpen og detektoren. Luft trekkes inn gjennom et fleksibelt rør og analyseres. Disse

detektorene er som regel mer robuste og følsomme enn «detektorhode»- enhetene. Derimot er responstiden lengre fordi luften skal føres ned gjennom røret til detektoren.

Detektorhode-instrumentene har føleren plassert på tuppen av et fleksibelt munnstykke. Dette gir raskere responstid, men siden sensoren er mer utsatt for skitt, fett og andre urenheter blir følsomheten dårligere og resultatene ukorrekte. Sensoren må skiftes ut.

De bærbar detektorene gir en hørbar advarsel om at en lekkasje er oppstått, iblant vises dette også på et display. Det er mulig å justerer følsomheten på mange modeller.

Det finnes flere teknikker for å stedfeste lekkasjer:

- a) Såpevann benyttes som regel bare under installasjon av et anlegg. Dette er en enkel og ganske pålitelig metode.
- b) Fargetilsetninger: Et fluoriserende fargestoff er basisen for en tilsetning som blir markedsført under forskjellige handelsnavn. Fargestoffet er løselig i oljen og lekker ut sammen med kuldemediet. Fargestoffet kommer til syne som en lys, gulgrønn flekk i UV-lys. Det er nødvendig å anskaffe seg en batteridrevet eller nettdrevet bærbar UV-lampe. Fargestoffet er lett å vaske av etter at lekkasjen er reparert. En må forsikre seg om at utstyrsgarantier ikke faller bort ved bruk av fargestoffene.
- c) Halogenbrenner: Brennerflammen skifter farge, men bare i kontakt med klorholdige stoffer. Den detekterer derfor KFK- og HKFK-medier, men ikke HFK (SUVA®134a, SUVA®HP62, SUVA®9000 etc.). Metoden har flere begrensninger, f.eks. er den vanskelig å gjennomføre på steder med sterk vind og den er heller ikke helt ufarlig. Halogenflamme-metoden begynner å bli foreldet nå som de elektroniske bærbar detektorene har kommet på markedet.

Kapittel 13 Konvertering av eksisterende anlegg

13.1 Konvertering av eksisterende anlegg fra KFK- til et ikke-KFK-medium

Det er ikke tillatt å produsere eller selge KFK-kuldemedier hverken i Europa eller i de fleste andre land. Dette medfører at eksisterende anlegg må fylles med et annet og godkjent medium dersom de mister noe av fyllingen. Anleggseieren har følgende muligheter:

- Prøve å finne rensset KFK for å minimere omfanget av lekkasjen. Dette kan være vanskelig og svært dyrt.
- Anlegget kassêres og erstattes med et nytt som går på HFK eller et annet permanent kuldemedium. Dette valget kan bli dyrt, med mindre anlegget er i dårlig stand eller nærmer seg slutten av levetiden.
- KFK-mediet kan erstattes med et HFK-medium, f.eks. SUVA®134a. Dette er komplisert, tidkrevende og dyrt for vanlige kommersielle og industrielle anlegg. Det anbefales imidlertid i luftkondisjonerings-systemer på biler.
- Erstatte den gamle fyllingen med et SUVA®-overgangsmedium. Dette anbefales ofte da det er en forholdsvis lett og rimelig operasjon. Det kreves bare minimale endringer på anlegget.

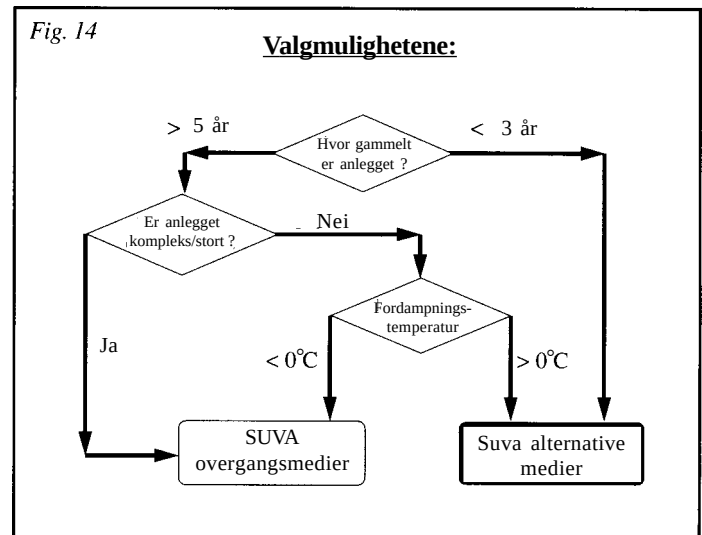
13.2 Hvordan velge et ikke-KFK-medium ?

Først må en finne ut hvilket medium som opprinnelig ble brukt. Dersom dette ikke er angitt noe sted, og heller ikke fyllingens størrelse eller oljetype, må kuldemontøren ta seg tid til å finne ut av dette før arbeidet kan begynne. Anleggseieren bør føre loggbok som oppbevares i nærheten av anlegget. Imidlertid vil systemtrykkene eller en kjemisk analyse som regel gi deg den informasjonen du trenger. Dersom det ikke finnes resirkulert KFK tilgjengelig og anleggseieren bestemmer seg for å konvertere systemet i stedet for å kjøpe et helt nytt anlegg, er det to muligheter:

- Enten å konvertere anlegget til et overgangsmedium, eller
- konvertere anlegget til et HFK-medium.

Overgangsmediene er som regel de mest økonomiske

alternativene for anlegg som har arbeidet med KFK, særlig for utstyr som er eldre enn 3 - 5 år. Figuren under gir et visuelt bilde av situasjonen:



Merk! FREON®R22 blir ansett som et overgangsmedium og er et passende alternativ til R502 i medium- og høytemperaturanlegg. For å erstatte R12 og R502 ved lave temperaturer er det dyrere og mer komplisert enn andre erstatningsmedier.

Det finnes tre unntak:

- Luftkondisjonering av biler: Her anbefales kun R134a som erstatningsmedium
- Systemer med fylt fordampner: Disse anleggene bør ikke bruke medier med stor temperaturlidning. Gode alternativer er SUVA®134a og SUVA®HP62.
- Systemer med sentrifugalkompressor: Konsulter produsent eller en annen fagmann da disse systemene ofte krever betydelige modifikasjoner.

13.3 Konvertering av anlegg fra R12 til SUVA®MP39 og SUVA®MP66

R12 er det mest benyttede KFK-medium, derfor vil de fleste konverteringer involvere R12. SUVA®MP-mediene (blends) er produsert for å erstatte R12 i eksisterende anlegg. Disse systemene krever bare mindre modifikasjoner fordi SUVA®MP-mediene har nesten de samme termodynamiske egenskapene som R12. Vi anbefaler SUVA®MP39 og SUVA®MP66 bortsett fra i luftkondisjonerings-anlegg i biler.

13.3.1 Valg av medium

Om en velger SUVA®MP 39 eller SUVA®MP66 avhenger av systemet og driftsbetingelsene.

SUVA®MP39

SUVA®MP39 anbefales for anlegg med medium og høye temperaturer (over 0 °C) som har gått på R12.

Kjølekapasiteten til SUVA®MP39 kan sammenlignes med R12 i anlegg med temperaturer helt ned i -25 °C:

- Små kjølerom
- Kjølereoler
- Dispenser for drikkevarer
- Brusautomat
- Husholdningskjøleskap og -frysere

SUVA®MP66

I anlegg med temperaturer under -25 °C er ytelsene til SUVA®MP66 og R12 sammenlignbare. SUVA®MP66 egner seg godt for transportkjøling og i kommersielle frysere. SUVA®MP66 kan også erstatte R500.

13.3.2 Forenlighet med materialer og olje

Forenlighet med olje:

Se kapittel 5.1. Erstatt mineraloljen som benyttes i nesten alle R12-anlegg. Kompressorprodusenten spesifiserer hvilken olje som skal benyttes sammen med SUVA®MP-mediet.

Konstruksjonsmaterialet:

Det er ikke nødvendig å erstatte elastomer, plast, metaller, viklingsisolasjon eller andre komponenter i det eksisterende R12-anlegget, forutsatt at de er i god stand.

13.3.3 Komponenter som må byttes

Tørrefilteret:

Tørrefilteret eller -innsatsen må fjernes og erstattes med en som inneholder en molekylær sieve som er forenlig med SUVA®MP-mediene. Enkelte filtre inneholder molekylære granulat (små partikler), som f.eks.:

- XH-9 fra UOP (Division of Union Carbide)
- MS 594 fra GRACE Chemicals

Noen faste filterinnsatser som inneholder en blanding av forskjellige tørkemidler, er også forenlige med SUVA®MP-mediene. Konsulter gjerne din filter-leverandør.

Kuldemedium:

SUVA®MP39 og SUVA®MP66 må påfylles anlegget i væskefase fordi de ikke er fullstendig azeotropiske (Se kap. 11.5). Vekten ligger vanligvis innenfor 75 - 90 % av den tidligere R12-fyllingen.

Andre komponenter:

Vanligvis er det ikke nødvendig å bytte ekspansjonsventilen, pressostater eller andre komponenter. Les kapittel 7 om seglass med fuktighetsindikator.

13.3.4 Utstyr til konvertering

Generelle betraktninger:

Bruk en beholder for brukt medium som du kan få hos din leverandør. Merk beholderen tydelig med hvilket kuldemedium den skal fylles med. Den må ikke overfylles og du må ikke blande forskjellige medier.

Nødvendig utstyr:

- Personlig verneutstyr (vernebriller, hansker osv.)
- Tømmestasjon til å fjerne hele R12-fyllingen fra anlegget og for at KFK-utslippet skal bli minst mulig
- Vekt for å veie mengden av R12 som er fjernet og for å sikre korrekt påfylling av SUVA®MP
- Beholder for brukt kuldemedium. Kan lånes fra din SUVA-leverandør.
- Vakuumpumpe med riktig kapasitet
- Servicemanifold
- Fylleslange til oljen
- Lekkasjesøker for å kontrollere at anlegget er tett etter at SUVA®MP er påfylt. Bruk en elektronisk som er mest hensiktsmessig fordi SUVA®MP inneholder HKFK22.

13.3.5 Konverteringsprosedyre

- 1) Skriv først ned alle driftsparametre, spesielt trykkgasstemperaturen og underskjølingen ved normale driftsforhold. Bruk gjerne en *konverteringsrapport* som du kan få hos din SUVA®-leverandør.
- 2) Sett på kompressorens oljevermer (dersom en slik er montert), gjerne flere timer i forveien, slik at oljen blir helt fri for gasser.
- 3) Fjern R12 fra systemet vha. tømmestasjonen og før den ned i beholderen for brukt kuldemedium. Vei flasken og notér deg vekten av R12. Brukt KFK returneres din SUVA®-leverandør.

- 4) Du må forsikre deg om at kompressoren ikke plutselig starter. Fjern derfor sikringene eller skru av hovedstrømmen. Oljevermeren skal nå være skrudd av.
- 5) Hell mineraloljen ut av kompressoren, oljeutskiller og andre komponenter, og oppbevar den i en egnet beholder. Skriv ned volumet og levêr oljen til et spesialmottak.
- 6) Fyll ny olje på kompressoren, samme mengde som ble tappet av.
- 7) Installêr et nytt tørrefilter som er forenelig med SUVA®MP39 eller SUVA®MP66.
- 8) Kjør vakuum på hele systemet. Følg vanlig prosedyre for å fjerne luft og andre ikke-kondenserbare gasser (3 - 5 mbar).
- 9) Fyll anlegget med SUVA®MP fra *væskefasen* til du har en fylling på 75 vekt% av R12-fyllingen. Optimal anleggsfylling avhenger av driftsforhold og konstruksjon. For de fleste anlegg skal fyllingen ligge mellom 75 og 90 vekt% av R12-fyllingen.
- 10) Start anlegget og la det oppnå stabile driftsforhold.
- 11) Optimalisêr systemtelsen ved å fylle på mer SUVA®MP, fremdeles i væskefase, gjennom kompressorens sugeventil. Husk på at anlegget skal ha de samme driftsbetingelser som med R12. Seglasset og manometrene kan være nyttige hjelpemidler.
- 12) Tilpass høy- og lavtrykksregulatorene.
- 13) Utfør en fullstendig lekkasetest.
- 14) Fjern R12-etiketten og erstatt den med en SUVA®MP39- eller SUVA®MP66-etikett. Før også opp oljetype og viskositet. Konverteringsrapporten utfylles med de nye driftsparametrene.

Merk!

Systemet må ikke overfylles. Dette kan kontrolleres vha. riktig underkjøling og overhetning. Når anlegget fungerer normalt, kan du forvente:

- at sugetrykket i de fleste tilfeller ligger svært nært drift med R12.
- kondenseringstrykket vil normalt ligge mellom 0,7 og 1,4 bar høyere enn med R12.

Sveising og lodding må utføres ved bruk av inertgass (nitrogen) for å unngå dannelse av karbon- eller kobberoksid.

13.4 Konvertering fra R502 til SUVA®HP80 eller SUVA®HP81

R502 er en azeotrop som består av 48,8 vekt% HKFK22 og 51,2 vekt% KFK115. R502 har vært mye brukt til lavtemperatursystemer, helt ned til -40 °C. De vanligste bruksområdene har vært frossenmat- og iskremdisker samt transportkjøling. På grunn av at KFK115 er en drivhusgass med lang levetid, er R502 forbudt på lik linje med R12 og andre KFK-gasser. SUVA®HP80 eller SUVA®HP81 har svært like termodynamiske egenskaper som R502. De er utviklet spesielt med hensyn på å erstatte R502 i eksisterende anlegg.

13.4.1 Valg av kuldemedium

Valget mellom SUVA®HP80 eller SUVA®HP81 avhenger av anleggstypen og driftsbetingelsene: *SUVA®HP80*: I lavtemperatur-systemer med fordampningstemperatur rundt -40 °C gir SUVA®HP80 nær samme trykkrørstemperatur som R502 og bedre kuldeytelse. Imidlertid er effektfaktoren (COP) litt lavere enn for R502.

SUVA®HP81: For systemer der energioptimalisering er førsteprioritering, gir SUVA®HP81 den høyeste effektfaktoren; Svært lik eller til og med bedre enn R502. I tillegg er også kuldeytelsen høyere. Disse egenskapene gjør SUVA®HP81 til det mest ideelle kuldemedium for kommersielle anlegg med fordampertemperaturer ned til -30 °C.

Viktig: Dersom SUVA®HP81 benyttes i et anlegg med en fordampningstemperatur på rundt -40 °C kan trykkrørstemperaturen bli opptil 15 °C høyere enn for R502. Dette kan påvirke oljesystemet og redusere kompressorens levetid.

13.4.2 Forenlighet

Smøremidler:

Forsøk har vist at SUVA®HP80 er litt mindre løselig i mineralolje enn R502, antagelig pga. den høye konsentrasjonen av HFK125 i blandingen. Videre er det bevist at anlegg med en blanding av alkylbenzen- og mineralolje (f.eks. Shell SD 2212) gir tilfredsstillende resultater sammen med SUVA®HP. Esterolje kan også benyttes, spesielt sammen med SUVA®HP80.

Alkylbenzenolje er i de fleste tilfeller den beste oljen for

både SUVA®HP80 og HP81. Andre laboratorietester har vist at SUVA®HP81 er tilstrekkelig oppløselig i mineralolje. For SUVA®HP80 anbefales det å bruke en blanding av alkylbenzen- og mineralolje i forholdet 50/50, eller esterolje.

Oljen skal ha omtrent samme viskositet som for R502, men ved bruk av esterolje kan viskositeten være en grad høyere. Konsultér din oljeleverandør og kompressorprodusent.

Konstruksjonmateriale:

Det er ikke nødvendig å bytte ut elastomer, plast, metaller, viklingsisolasjon eller andre komponenter fra det opprinnelige R502-anlegget, forutsatt at utstyret er i god stand.

13.4.3 Komponenter som må byttes ut

Tørrefilter:

Tørrefilteret eller -innsatsen, må erstattes av en som inneholder molekylær sieve som er forenlig med SUVA®HP-mediene. Det finnes også tørrefiltre som består av molekylær sieve granulater (små partikler), f.eks.:

XH-9 fra UOP (Division of Union Carbide)
MS 594 fra GRACE chemicals

Noen typer som har fast innsats, f.eks. *Sporlan* «Catch ALL», og inneholder en blanding av forskjellige tørkemidler, kan brukes med SUVA®HP-mediene. Konsulter din leverandør.

Kuldemedium:

Både SUVA®HP80 og HP81 må fylles på anlegget i væskefase da ingen av dem er fullstendig azeotropiske (de er «nesten-azeotropiske»). I de fleste anlegg skal SUVA®HP-fyllingen være 90 - 95 vekt% av R502-fyllingen.

Andre komponenter:

Vanligvis er det ikke nødvendig å bytte ekspansjonsventil eller kapillarrør, manometre eller andre systemkomponenter.

13.4.4 Utstyr til konvertering

Generelle betraktninger:

Benytt en beholder som er beregnet for brukt kuldemedium og som skaffes til veie av din SUVA®-forhandler. Merk den tydelig med hvilket medium den

skal fylles med. Husk på følgende:

- Beholderen må ikke overfylles
- Ikke bland forskjellige kuldemedier

Nødvendig utstyr:

- Personlig verneutstyr (øyevern, hansker etc.)
- Tømmestasjon: For å fjerne mest mulig av R502-fyllingen og for å minimere utslippet av KFK til atmosfæren.
- Vekt: For å veie mengden av R502 som er fjernet og slik at riktig mengde med SUVA®HP kan beregnes.
- Beholder(e) for brukt kuldemedium.
- Vakuumpumpe av riktig størrelse som også er kontrollert vha. et vakuumeter.
- Servicemanifold med fylleslanger og manometre.
- Fylleslange for oljen.
- Lekkasjesøker: For å kontrollere anlegget for lekkasjer etter at SUVA®HP er påfylt. Benytt helst en elektronisk da både HP80 og HP81 inneholder HKFK22.

13.4.5 Konverteringsprosedyre

- 1) Skriv først ned alle driftsparametre, spesielt trykkgasstemperaturen og underkjølingen ved normale driftsforhold. Benytt gjerne en *konverteringsrapport* som du kan få hos din SUVA®-leverandør.
- 2) Sett på kompressorens oljearmer (dersom en slik er montert), gjerne flere timer i forveien, slik at oljen blir helt fri for gasser.
- 3) Fjern R502 fra anlegget vha. tømmestasjonen og før den ned i beholderen for brukt kuldemedium. Vei flasken og notér deg vekten av R502. Brukt KFK returneres din SUVA®-forhandler.
- 4) Du må forsikre deg om at kompressoren ikke plutselig starter. Fjern derfor sikringene. Oljearmeren skal nå være skrudd av.
- 5) Hell mineraloljen ut av kompressoren, oljeutskilleren og andre komponenter, og oppbevar den i en egnet beholder. Skriv ned volumet og lever oljen til et spesialmottak.
- 6) Fyll ny olje på kompressoren, samme mengde som ble tappet av.
- 7) Installér et nytt tørrefilter som er forenlig med SUVA®HP80 eller HP81.
- 8) Kjør vakuum på hele anlegget. Følg vanlig prosedyre for å fjerne luft og andre ikke-kondenserbare gasser fra systemet (3 - 5 mbar).
- 9) Fyll anlegget med SUVA®HP fra væskefasen til

du har en fylling på 90 vekt% av R502-fyllingen.
For å hindre at væske trenger inn i kompressoren kan du montere en struventil i fylleslangen.
Optimal anleggsfylling avhenger av driftsforhold og utforming. For de fleste anlegg skal fyllingen ligge imellom 90 og 95 vekt% av R502-fyllingen.

- 10) Start anlegget og la det oppnå stabile driftsforhold.
- 11) Optimalisér systemytelsen ved å fylle på mer SUVA®HP, fremdeles i væskefase, gjennom kompressorens sugeventil. Seglasset og manometrene er nyttige hjelpemidler for å fullføre prosedyren.
- 12) Når anlegget fungerer normalt kan du oppdage følgende: Med SUVA®HP80 kan kondensatortrykket ligge 2 - 3 bar over R502-trykket, mens trykkørstemperaturen er den samme. Med SUVA®HP81 ligger høytrykket 1,5 - 2 bar over. Les kapittel 13.4.1 dersom fordampertemperaturen for SUVA®HP81 ligger under -35 °C.
- 13) Tilpass høy- og lavtrykksregulatorene.
- 14) Utfør en fullstendig lekkasjetest.
- 15) Fjern R502-etiketten og erstatt den med en SUVA®HP80- eller SUVA®HP81-etikett. Før også opp oljetype og viskositet.
- 16) Konverteringsrapporten kompletteres med de nye driftsparametrene.

Merk! Sveising og lodding må utføres vha. inertgass (nitrogen) for å unngå dannelsen av karbon- eller kobberoksid.

Kapittel 14 Sikkerhet

14.1 Sikker behandling av SUVA®HP

14.1.1 Introduksjon

SUVA®-mediene er utviklet for å erstatte FREON®-mediene, som er blitt brukt i mer enn 50 år. Opprinnelig skulle SUVA® erstatte ikke-fluorkarbonmedier som var brennbare og/eller giftige. Under normale driftsforhold er både FREON®- og SUVA®-mediene:

Praktisk talt ikke-brennbare og ikke-eksplosive

Så og si ikke giftige

Ikke-korrosive under normale forhold

Videre skal vi se på hvilke sikkerhetshensyn som må utvises når man har med SUVA®-mediene å gjøre.

14.1.2 Egenskaper

Alle SUVA®-mediene unntatt SUVA®123, er gasser i væskeform under trykk. De fylles på sylindere og andre egnede beholdere som er sterke nok til å tåle trykket. Trykkområdet for SUVA®-mediene ved normal temperatur (25 °C) ligger i området fra 0,45 bar (SUVA®123) til 13,8 bar (SUVA®125). Annet kuldetechnisk utstyr må også tåle tilstrekkelige høye trykk. (SUVA®123 er flytende ved romtemperatur).

Lukt:

SUVA®-mediene har en liten eterisk lukt. Dette merkes bare når luften har en høy konsentrasjon av mediene.

Gassen er tyngre enn luft:

SUVA®-mediene er opptil seks ganger tyngre enn luft. De samler seg i groper som en væske, og store mengder av gassen fortrenger luft. I gassfase nedbrytes SUVA®-mediene dersom de utsettes for åpen flamme eller veldig varme metallflater. Reaksjonsproduktene er giftige, men gassene er lette å oppdage pga. deres skarpe og irriterende lukt. Det er nesten umulig å bli værende i et rom eller område som inneholder mer enn noen få ppm av gassene.

14.1.3 Grenseverdier

«The American Conference of Governmental Industrial Hygienists» (ACGIH) publiserer anbefalte TLV-verdier for mange industrielle kjemikalier. TLV-TWA er en tidsbestemt gjennomsnittlig konsentrasjon av en gass i luft, i løpet av en 8-timers arbeidsdag og 40-timers

arbeidsuke, som de fleste arbeidstakere utsettes for dag etter dag uten å få skadelige mên. For noen kjemikalier (inkludert FREON-medier) er det tillatt å bli utsatt for konsentrasjoner høyere enn TLV-TWA grensen dersom man resten av dagen utsettes for konsentrasjoner som ligger tilsvarende under TLV-TWA grensen. Denne grensen betegnes som STEL-grensen (Short-Term Exposure Limit), dvs. en takverdi som aldri må overskrides. Den høyeste TLV-TWA verdien som noe kjemisk stoff har fått (bortsett fra karbondioksid) er 1000 ppm (i volum).

De fleste land godkjenner TLV-verdiene som settes av ACGIH, men det finnes noen unntak.

Følgende SUVA®-komponenter er blitt undersøkt og gitt verdien 1000 ppm: SUVA®134a, 124, 125, MP39, MP66, HP80, HP81, HP62 og 9000.

14.1.4 Behandling av SUVA®-mediene

Unngå uforholdsmessig høye konsentrasjoner av SUVA®-medier i gassform. Gassene er tyngre enn luft og samler seg derfor på lave steder. Arbeidsplasser bør ha tilstrekkelig ventilasjon og maksimal tillatt konsentrasjon (TLV) på 1000 ppm bør overholdes. Ikke inhalér konsentrerte SUVA®-gasser og svelg for all del ikke flytende SUVA®-kuldemedium. Mediene må ikke komme i kontakt med åpen flamme eller varme metallflater. SUVA®-gassene kan nedbrytes ved høye temperaturer og danne giftige stoffer. Disse er irriterende og syrelignende, og dersom du merker dette må du evakuerer område og lufte godt. Du må hverken lodde eller sveise med SUVA®gasser i nærheten, og heller ikke plassere andre gasser eller elektriske varmeovner i nærheten. Røyking er ikke å anbefale. Bær en ansiktsmaske med friskluftstilførsel dersom du skal inn i et område med høy konsentrasjon av kuldemediegasser eller deres reaksjonsprodukter. Beskytt hud og hender fra kontakt med flytende kuldemedium da dette kan forårsake frostskafer. SUVA®123 påfører deg ikke frostskafer, men fjerner naturlig fett fra huden slik at den lett infiseres. Bruk hansker! Øynene beskyttes med vernemaske eller -briller.

Kuldemediesylindere må ikke overhetes. En beholder kan varmes opp dersom den skal tømmes, men aldri over 50 °C. I enkelte land er denne grensen lavere.

Bruk et kar med varmt vann, et elektrisk varmebelte eller et varmeskap (alle må være utstyrt med en termostat), men aldri en flammebrenner. Lokal oppvarming kan svekke cylinderen slik at den ikke blir trygg å bruke under normale trykk. Overoppheting kan føre til at cylinderen blir full av væske og utvikle et hydraulisk trykk som forårsaker brudd i beholderen.

Sylinderen må heller ikke overfylles. Dersom beholderen er full av væske vil trykket stige svært raskt som følge av en liten temperaturheving, for så å eksplodere. Sylinderen bør behandles forsiktig slik at den ikke skades. Unngå å slippe den, rulle den eller bruke den som støtte for annet utstyr. Sylinderen eller ventilen skal ikke repareres dersom den/de er skadet, dette må utføres av en fagmann. Levêr beholderen til din SUVA® forhandler.

Brukt olje fra kuldeanlegg må behandles forsiktig da det kan inneholde syrer etter motorbrann. Bruk hansker, beskyttende klær og ansiktsvern.

Redusêr trykket og spyl rørene med tørr nitrogen før du går igang med å lodde eller sveise. Ved lekkasjetesting holder kompressor og varmevekslere ofte et høyere trykk enn normalt. Dersom det utføres sveising eller lodding under trykk kan temperaturøkningen medføre et såpass høyt trykk at komponenten brister.

Spyl aldri rørene eller andre deler av anlegget med oksygen, da oksygen og kuldemedium kan danne en eksplosiv blanding.

14.1.5 Førstehjelp

Frostskader:

Varm den skadede huden til kroppstemperatur så fort som mulig.

Øye:

Dersom du får kuldemedium i øyet må det renses med mye vann. Konsultêr en lege.

Innånding av for mye SUVA®gasser:

Personen må umiddelbart bringes ut i frisk luft og legges rolig ned. Gi kunstig åndedrett dersom personen har sluttet å puste. Ring en lege.

Ikke bruk kjemiske produkter som hører til adrenalin-efedrin gruppen. I kombinasjon med høy konsentrasjon av SUVA® gasser kan dette gi en alvorlig forstyrrelse av hjerterytmen (ventikkelflimmer).

Vedlegg

I) SI konverteringstabeller

Definisjoner

Her gir vi definisjoner på de viktigste SI-enhetene i det metriske systemet:

Lengde: Meter [m]

1 meter tilsvarer 1650763,73
bølgelengder i vakuum av den mengde
stråling som korresponderer til
overgangen mellom energinivåene $5d_5$ og
 $2p_{10}$ til krypton 86-atomet.

Masse: Kilogram [kg]

1 kg er massen av den internasjonale
prototypen, som oppbevares hos "Bureau
International des Poids et Mesures at
Sèvres, utenfor Paris.

Tid: Sekund [s]

1 sekund er varigheten av 9192631770
perioder av strålingen som
korresponderer til overgangen mellom de
to hyperfine nivåene av grunntilstanden
 $2s_{12}$ til cesium 133-atomet.

Kraft: Newton [N]

1 newton er den kraften som må tilføres
et legeme på 1 kg for å gi det en
akselerasjon på 1 m/s^2 .

Temperatur: Kelvin [K]

Kelvin er intervallet på den
termodynamiske skala der temperaturen
til vannets trippelpunkt er 273,15 grader.

Energi: Joule [J]

1 joule er det arbeidet som utføres når en
kraft på en newton påføres i dens egen
retning, over en distanse på 1 meter.

Effekt: Watt [W]

1 watt er effekten som produseres når
arbeid utføres ved 1 joule per sekund.

Temperatur

$K = ^\circ C + 273.15$	=	$(^\circ F + 459.67)/1.8$
$^\circ R = ^\circ F + 459.67$	=	$(^\circ C + 273.15) \times 1.8$
$^\circ C = (^\circ F - 32)/1.8$		
$^\circ F = 1.8 ^\circ C + 32$		

Konverteringsfaktorer

Konverterer fra:	Til:	Multiplikator:
Trykk		
1 atm	bar	1.01325
1 Pa (N/m ²)	bar	10 ⁻⁵
1 kg/ m ²	bar	0.9805.10 ⁻⁴
1 kg/c m ²	bar	0.9805
1 Torr (mmHg)	bar	1.333.10 ⁻³
1 mH ₂ O	bar	0.9805.10 ⁻¹
1 lb/sq.in. (psi*)	bar	6.80474.10 ⁻²
1 in.H ₂ O (4 °C)	bar	2.491.10 ⁻³
1 ft H ₂ O (4 °C)	bar	2.989.10 ⁻²
Lengde		
1 in.	m	25.4 . 10 ⁻³
1 ft	m	0.30480
1 yd	m	0.914402
1 statute mile	m	1609.344
1 nautical mile	m	1853.836
Overflate		
1 sq.in.	m ²	6.45160.10 ⁻⁴
1 sq.ft	m ²	9.29030.10 ⁻²
1 sq.yd	m ²	0.83613
1 Acre	m ²	4047
1 sq. mile	m ²	2589998
Volum		
1 cu.in	m ³	1.63871.10 ⁻⁵
1 cu.ft	m ³	2.83168.10 ⁻²
1 cu.yd	m ³	0.764555
1 US gallon	m ³	3.78534.10 ⁻³
1 Imperial gallon	m ³	4.54596.10 ⁻³
1 US bushel	m ³	3.524.10 ⁻²
1 US fluid oz.	m ³	2.957.10 ⁻⁵
Lineær hastighet		
1 m/min	m/s	0.01667
1 km/h	m/s	0.2778
1 cm/s	m/s	10 ⁻²
1 mile/h	m/s	0.4470
1 yd/s	m/s	9.14402
1 ft/min	m/s	0.5080.10 ⁻²
1 ft/s	m/s	0.3048
1 in./s	m/s	0.0254
1 knot	m/s	0.5148
Rotasjons hastighet		
11 RPM	Rad/s	0.10472

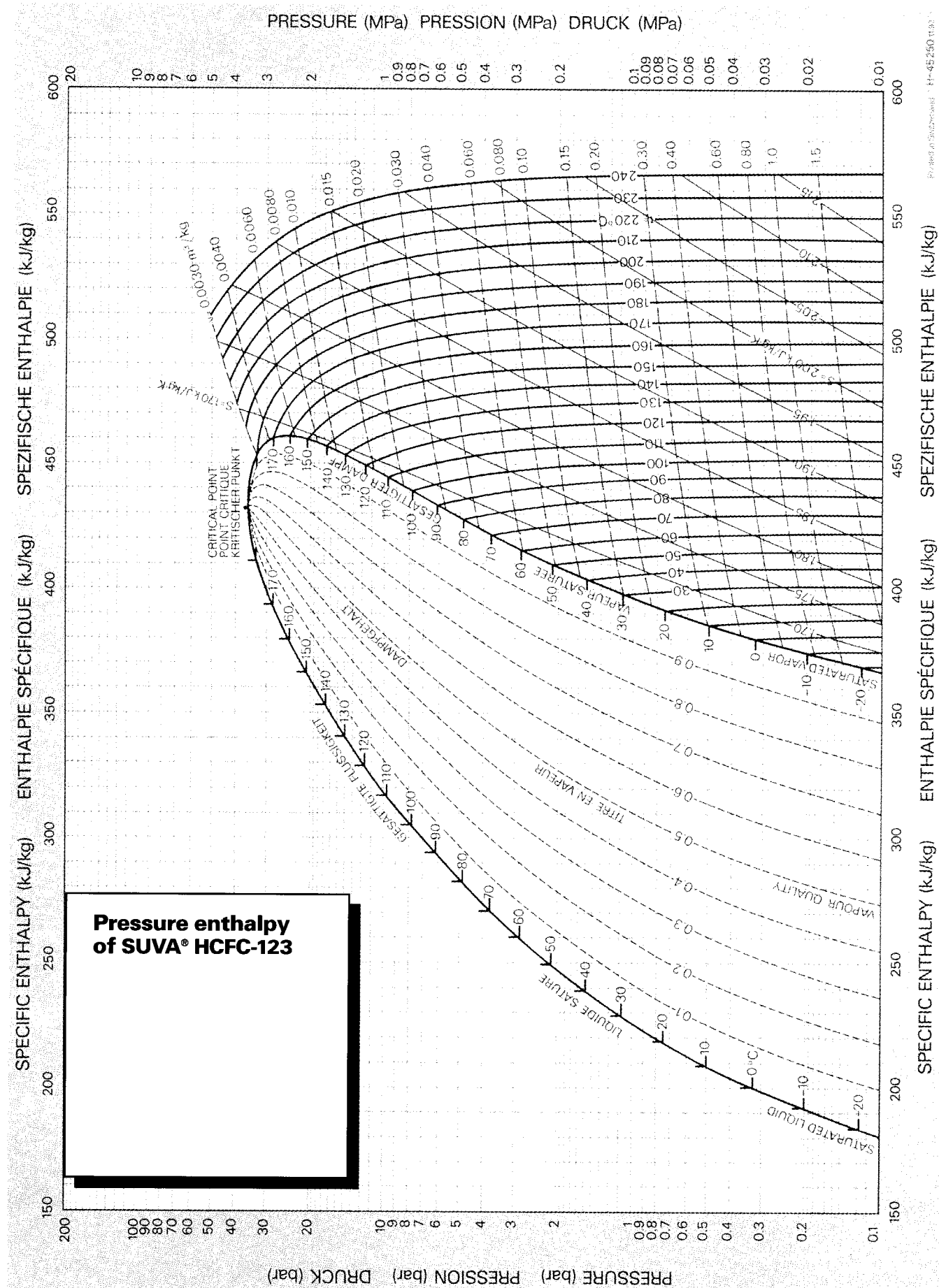
Masse-enhet		
1 g	kg	10 ⁻³
1 t	kg	10 ³
1 oz.	kg	2.83495.10 ⁻²
1 lb	kg	0.453592
1 short ton (USA)	kg	907.18487
1 long ton (UK)	kg	1016.0471
1 grain	kg	6.480.10 ⁻⁵
Specific volum		
1 cm ³ /g	m ³ /kg	10 ⁻³
1 l/g	m ³ /kg	1
1 cu.ft/lb	m ³ /kg	62.42795.10 ⁻³
1 cu.in/lb	m ³ /kg	0.361271.10 ⁻⁴
1 Imp.gal/lb	m ³ /kg	0.01002
1 US gal./lb	m ³ /kg	0.008345
Tetthet		
1 kg/l	kg/m ³	10 ³
1 g/cm ³	kg/m ³	10 ³
1 g/l	kg/m ³	1
1 lb/cu.ft	kg/m ³	16.01847
1 lb/cu.in	kg/m ³	27680
1 lb/Imp.gal	kg/m ³	99.77644
1 lb/US gal	kg/m ³	119.8264
Kraft		
1 dyne	N	10 ⁻⁵
1 kg	N	9.805
1 sthene (sn)	N	10 ³
1 poundal	N	1.383.10 ⁻¹
Energi, arbeid		
1 erg	J	10 ⁻⁷
1 kJ	J	10 ³
1 kcal	J	4.184.10 ³
1 chh	J	2.648.10 ⁶
1 kWh	J	3.600.10 ⁶
1 Hp h	J	2.684.10 ⁶
1 BTU (mean)	J	1055.87
Effekt		
1 erg/s	W	10 ⁻⁷
1 kgm/s	W	9.805
1 kW	W	10 ³
1 kcal/h	W	1.163
1 ch	W	0.735.10 ³
1 kcal/s	W	4.184.10 ³
1 Hp	W	745.7
1 BTU/h	W	0.293
1 T Ref.	W	3514.5

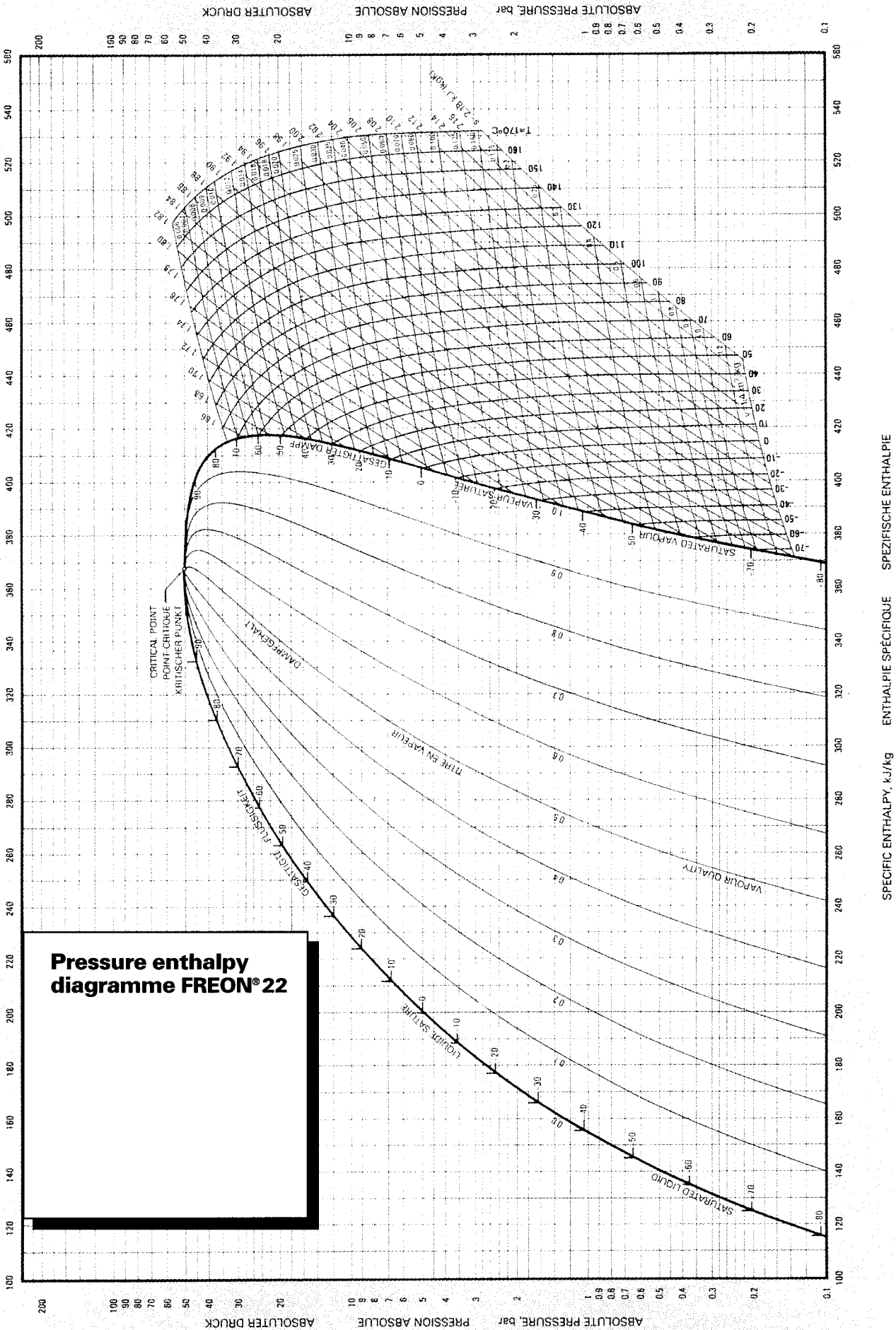
II) Fysiske egenskaper og ashrae standard 34 klassifisering av SUVA®-kuldemedier

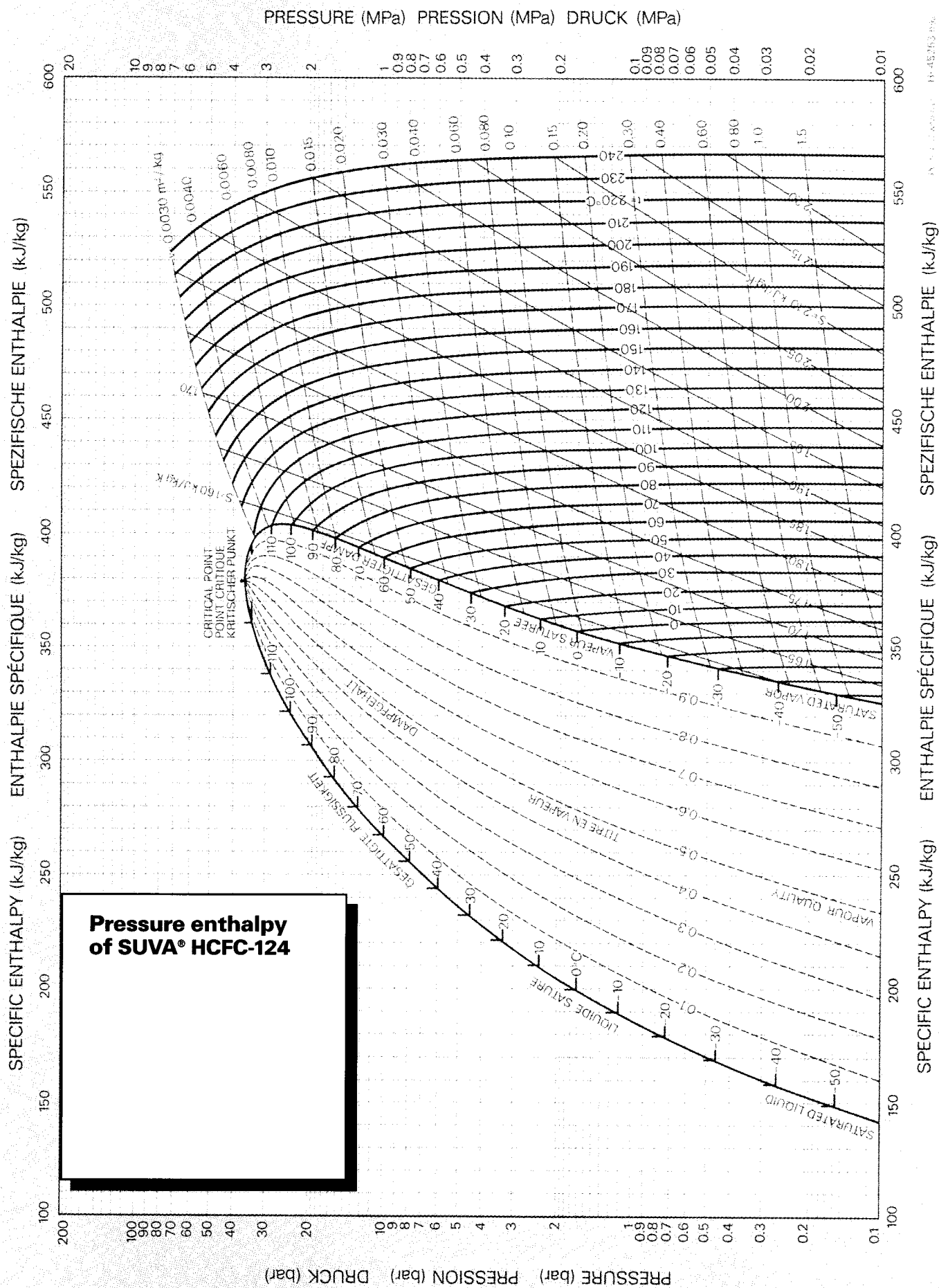
Fysiske egenskaper:	Enhet:	FREON® 22	HFC- 23	SUVA® 123	SUVA® 124	SUVA® 125	SUVA® 134a	SUVA® MP39	SUVA® MP52	SUVA® MP66	SUVA® HP80	SUVA® HP81	SUVA® HP62	SUVA® 9000	SUVA® 9100	SUVA® 95
ASHRAE betegnelse		R-22	R-23	R-123	R-124	R-125	R-134a	R-401A	R-401C	R-401B	R-402A	R-402B	R-404A	R-407C	R-410A	R-508B
Molekylvekt	g/mol	86.47	70.02	152.93	136.5	120.0	102.0	94.4	101.0	92.8	101.55	94.71	97.6	86.2	72.58	95.39
Kokepunkt (1,013 bar)	°C	-40.75	82.03	27.9	-12.1	-48.1	-26.1	-33.0	-28.4	-34.7	-49.2	-47.4	-46.7	-43.6	-51.5.8	-88.3
Frysepunkt	°C	-160.0	-155.2	-107.0	-199.0	-103.0	-101.0	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Kritisk temperatur	°C	96.0	25.9	183.7	122.5	66.2.0	101.1	108	113	106	75.5	82.6	72.1	86.7	72.1	14.0
Kritisk trykk	bar	49.77	48.36	36.68	36.3	36.3.0	40.60	46.04	43.66	46.82	41.35	44.45	37.32	46.0	49.2	39.2
Kritisk tetthet	kg/m³	525	525.0	550.0	553.8	571.9	515.3	510.6	512.3	512.7	541.7	530.7	484.5	506.8	488.9	587.6
Væsketetthet @ 25° C	kg/m³	1194	670	1463	1364	1189.7	1206	1194	1211	1193	1151	1156	1048	1136	1062	335
Tetthet, mettet damp @ -15° C	kg/m³	12.88	71.45	1.146	5.996	25.68	8.288	7.713	6.723	8.247	19.93	16.90	18.196	11.14	18.52	121.8
Spesifikk varme, @ 25° C væske	kJ/(kg.K)	1.25	1.44 @ -30° C	0.965	1.13	1.37	1.44	1.30	1.28	1.30	1.370	1.340	1.530	1.537	1.834	n/a
Spesifikk varme, damp @ 25° C, 1.013 bar	kJ/(kg.K)	0.657	0.736	0.721	0.741	0.809	0.852	0.735	0.745	0.724	0.755	0.725	0.870	0.829	0.826	n/a
Damptrykk @ 25° C	bar	10.4	47.4	0.91	3.83	13.81	6.66	7.73	6.56	8.19	13.37	12.54	12.55	11.85	16.53	42.5
Fordampningsvarme ved kokepunkt	kJ/kg	233.5	239.4	174.2	167.9	164.4	217.1	227.4	216.9	229.4	194.0	210.0	202.1	246.1	264.3	167.1
Termisk konduktivitet, væske @ 25° C	W/(m K)	0.088	0.098	0.0810	0.072	0.0652	0.0824	0.09	0.0868	0.09	6.9.10 ⁻²	7.35.10 ⁻²	6.83.10 ⁻²	8.24.10 ⁻²	8.51.10 ⁻²	n/a
Termisk konduktivitet, damp @ 25° C, 1.013 bar	W/(m K)	0.0105	0.0104	0.0112	0.0130	0.0166	0.0145	0.0119	0.0121	0.0119	1.266.10 ⁻²	1.205.10 ⁻²	1.346.10 ⁻²	1.199.10 ⁻²	1.243.10 ⁻²	n/a
Viskositet, væskefase @ 25° C	mPa.s (cP)	0.198	0.167 @ -30° C	0.456	0.314	0.137	0.202	0.194	0.212	0.190	1.38.10 ⁻⁴	1.45.10 ⁻⁴	1.28.10 ⁻⁴	1.58.10 ⁻⁴	1.25.10 ⁻⁴	n/a
Viskositet, damp @ 25° C, 1.013 bar	mPa.s (cP)	0.0127	0.0118 @ -30° C	0.0110	0.0131	0.013	0.012	121	120	121	1.29. 10 ⁻⁵	1.28.10 ⁻⁵	1.22.10 ⁻⁵	1.28.10 ⁻⁵	1.31.10 ⁻⁵	n/a

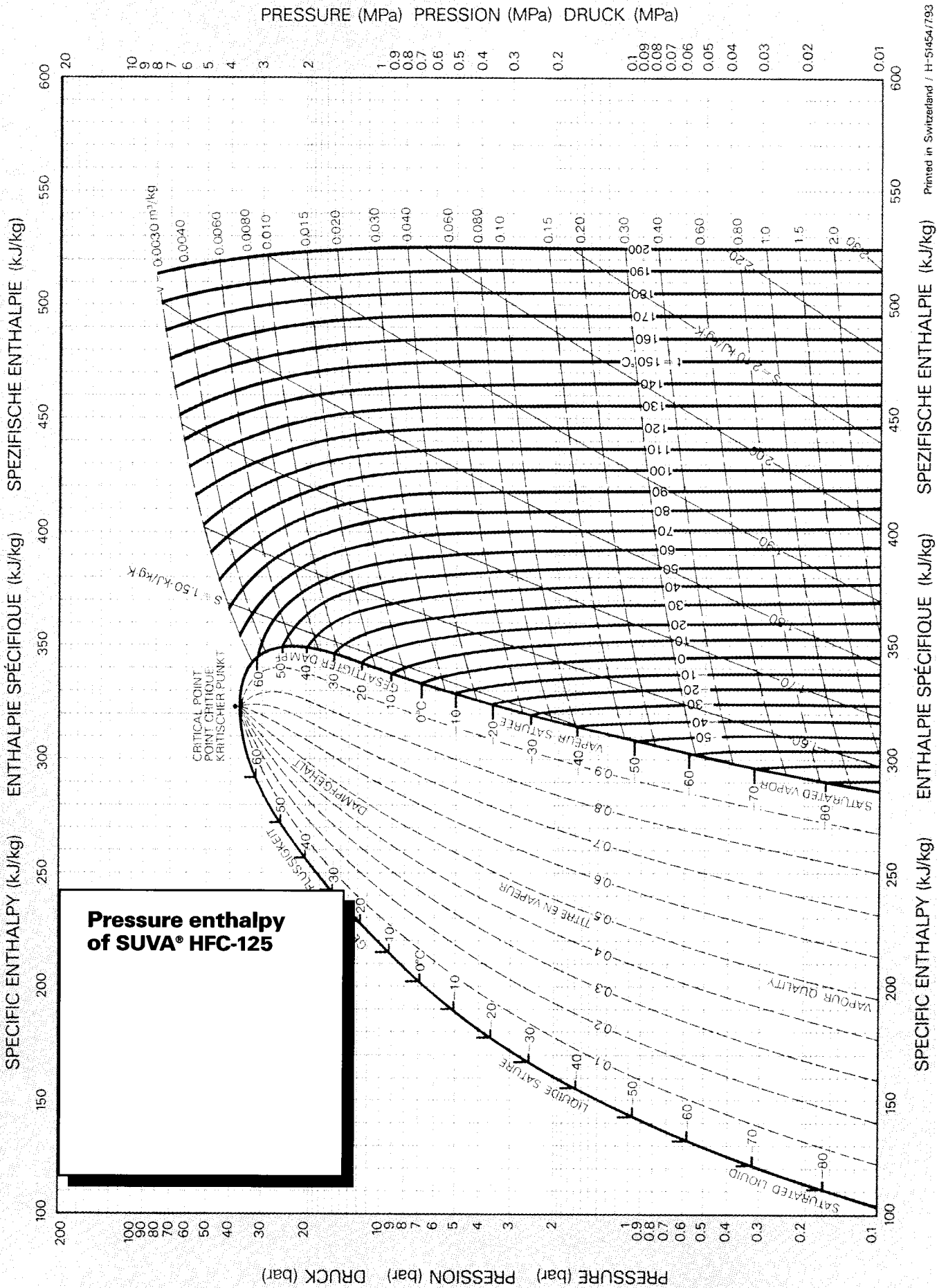
Fysiske egenskaper:	Enhet:	FREON® 22	HFC- 23	SUVA® 123	SUVA® 124	SUVA® 125	SUVA® 134a	SUVA® MP39	SUVA® MP52	SUVA® MP66	SUVA® HP80	SUVA® HP81	SUVA® HP62	SUVA® 9000	SUVA® 9100	SUVA® 95
Kuldemediets løselighet i vann ved 25 °C	wt %	0.30	0.10	0.39	0.145	0.09	0.15	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Løselighet av vann i kuldemedium ved 25 °C	wt %	0.13	n/a	0.08	0.07	0.07	0.11	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Brennbarhetsgrense i luft	Vol %	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none
Selvantennelses-temperatur	°C	635	765	730	n/a	733	743	681	n/a	685	723	641	728	733	n/a	>750
Ozonnedbrytende potensial ODP	CFC-11 = 1	0.05	0	0.02	0.02	0	0	0.03	0.03	0.035	0.02	0.03	0	0	0	0
Globalt oppvarmingspotensial, halokarbon	CFC-11 - 1	0.34	n/a	0.02	0.10	0.84	0.28	0.22	0.17	0.24	0.63	0.52	0.94	0.38	0.45	n/a
Globalt oppvarmingspotensial – (GWP, tidshorisont lik 100 år, for CO ₂ er GWP = 1)		1700	12100	90	480	3200	1300	1080	830	1190	2570	2240	3750	1600	1890	12300
EINECS oppdaterte fortegnelse og UL godkjenning		yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
Grenseverdi for innhaléring	AEL _i ppm (8 og 12 timer TWA)	1000	1000	30	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ASHRAE fargekode	PMS kode			428	335	465	2975	177	3268	413	461	385	021	471	507	302
	FARGE			Lys grå	Mørk grønn	Medium brun	Lys blå	Rosarød (korall)		Lys grå-grønn	Lys brun	Grønn brun-oliven	Oransje	Brun	Rosa	Marine blå

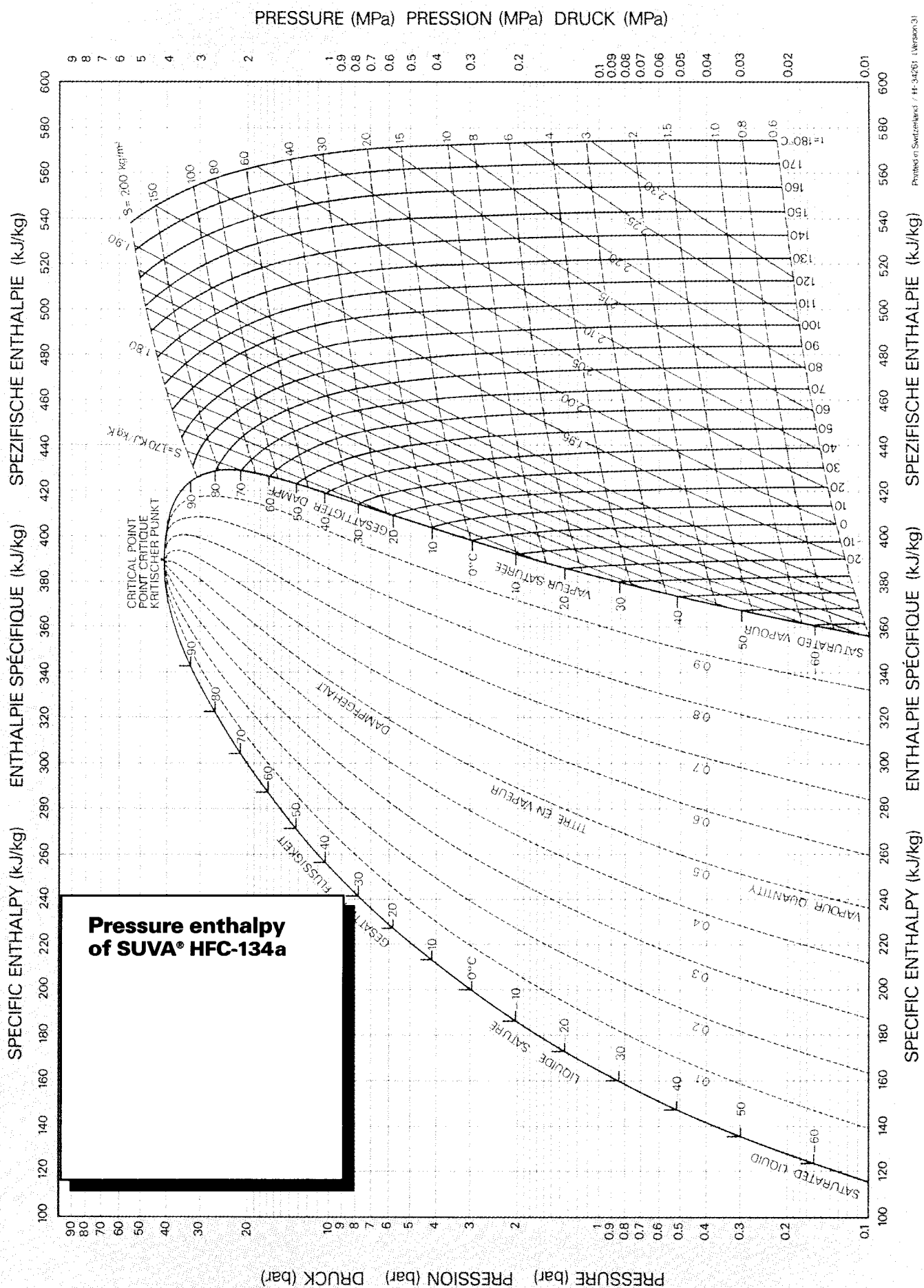
III) Trykk-entalpi diagrammer (logp-h diagrammer)

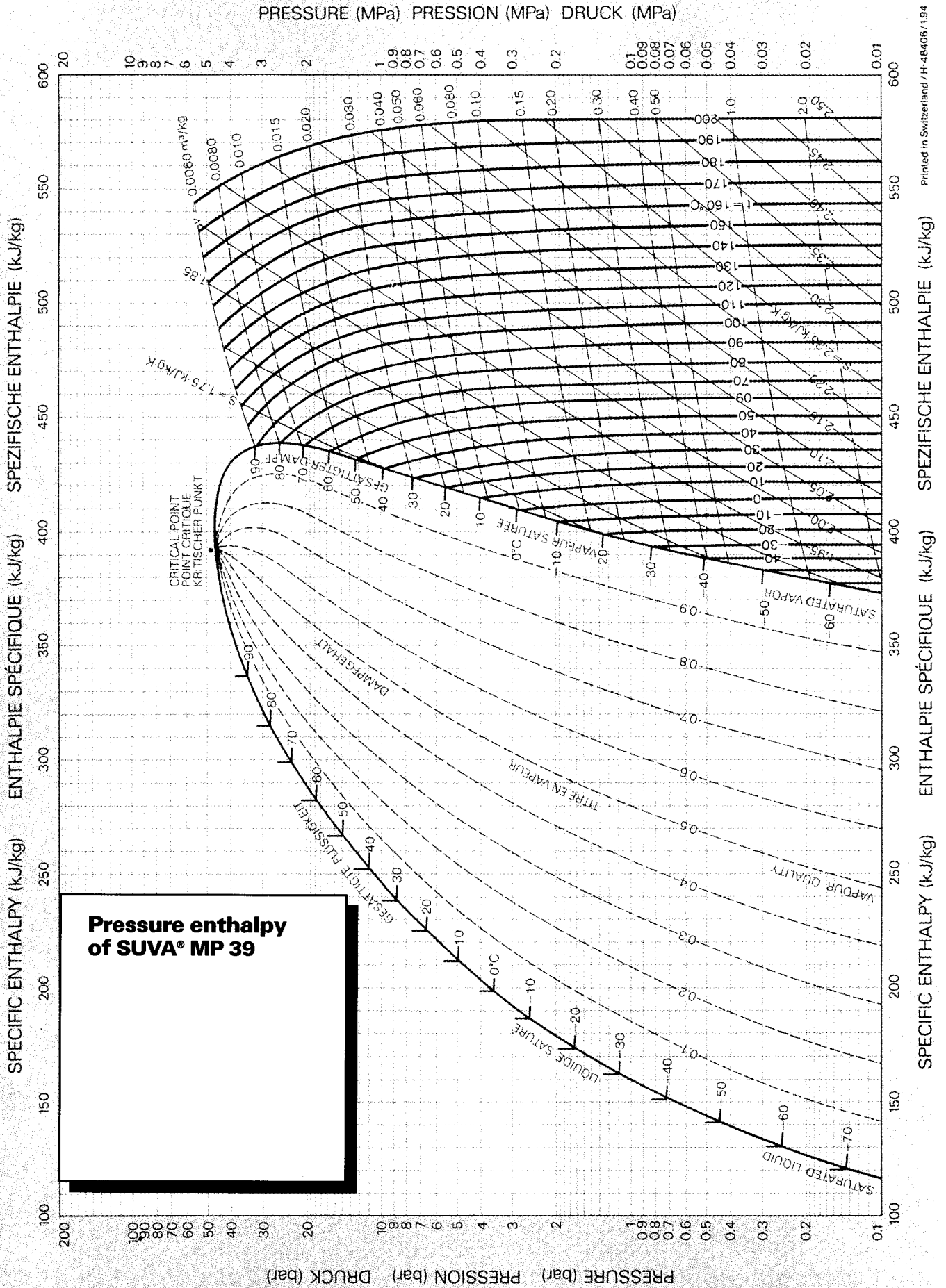


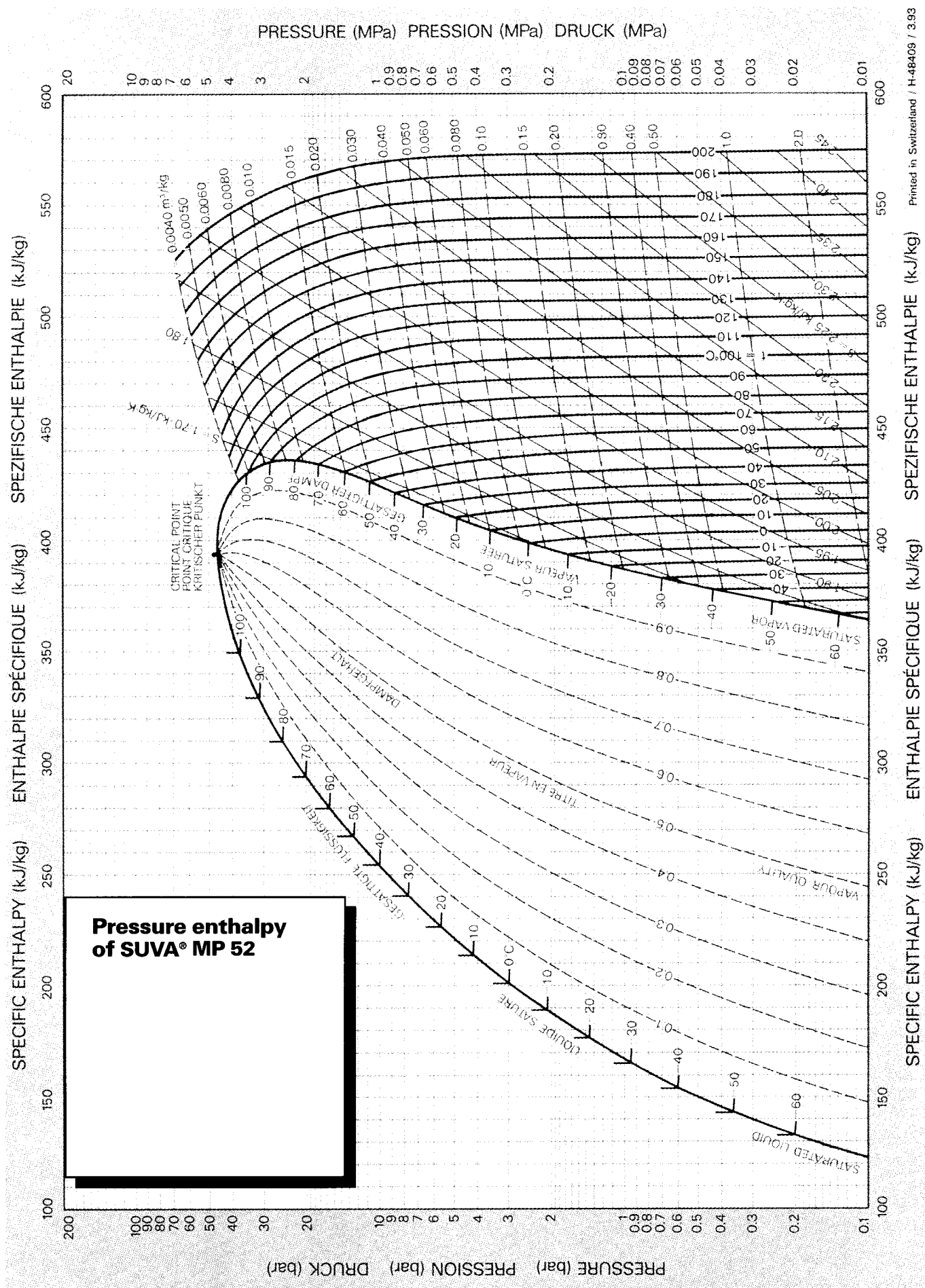


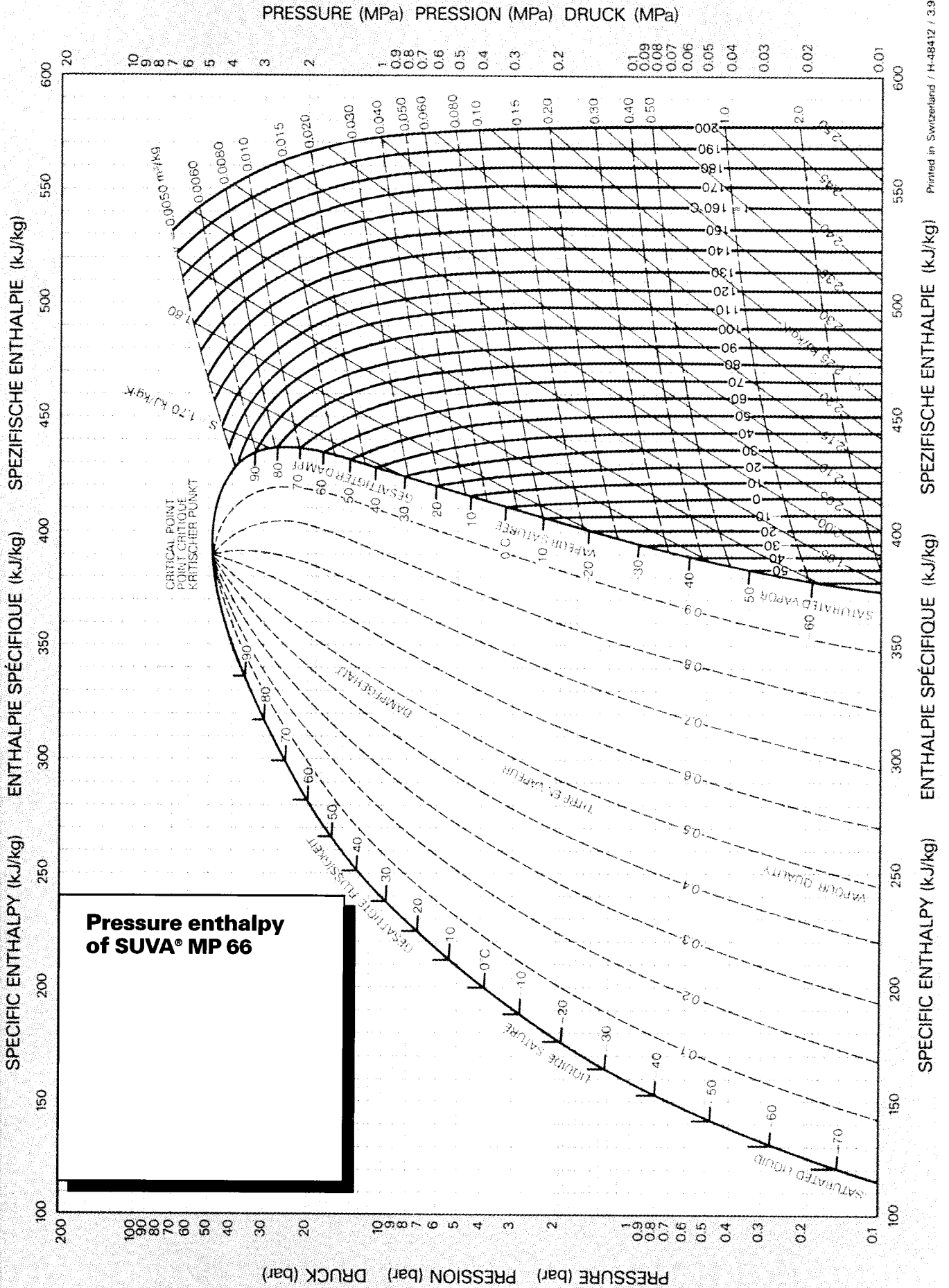


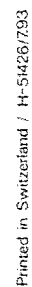


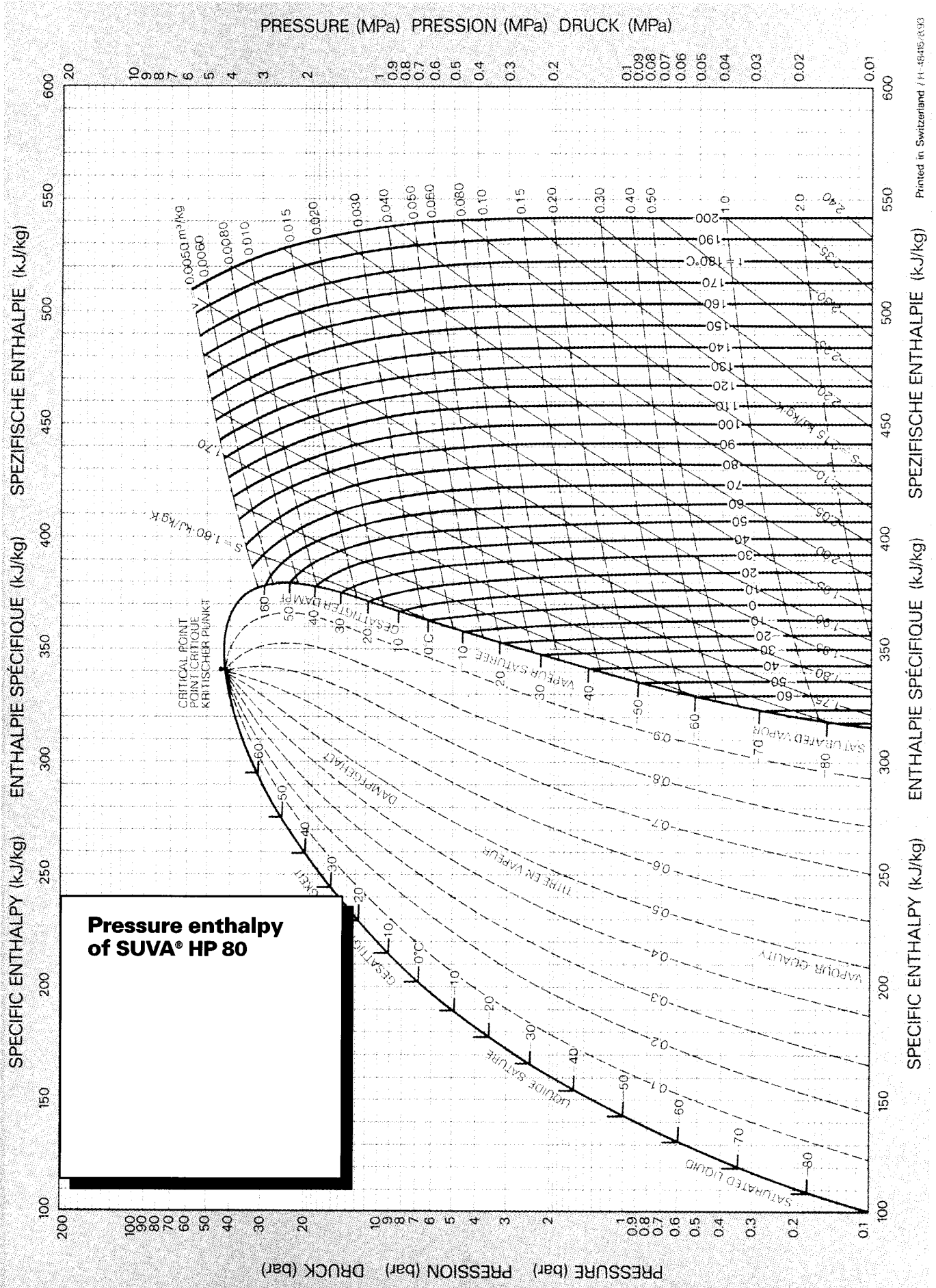




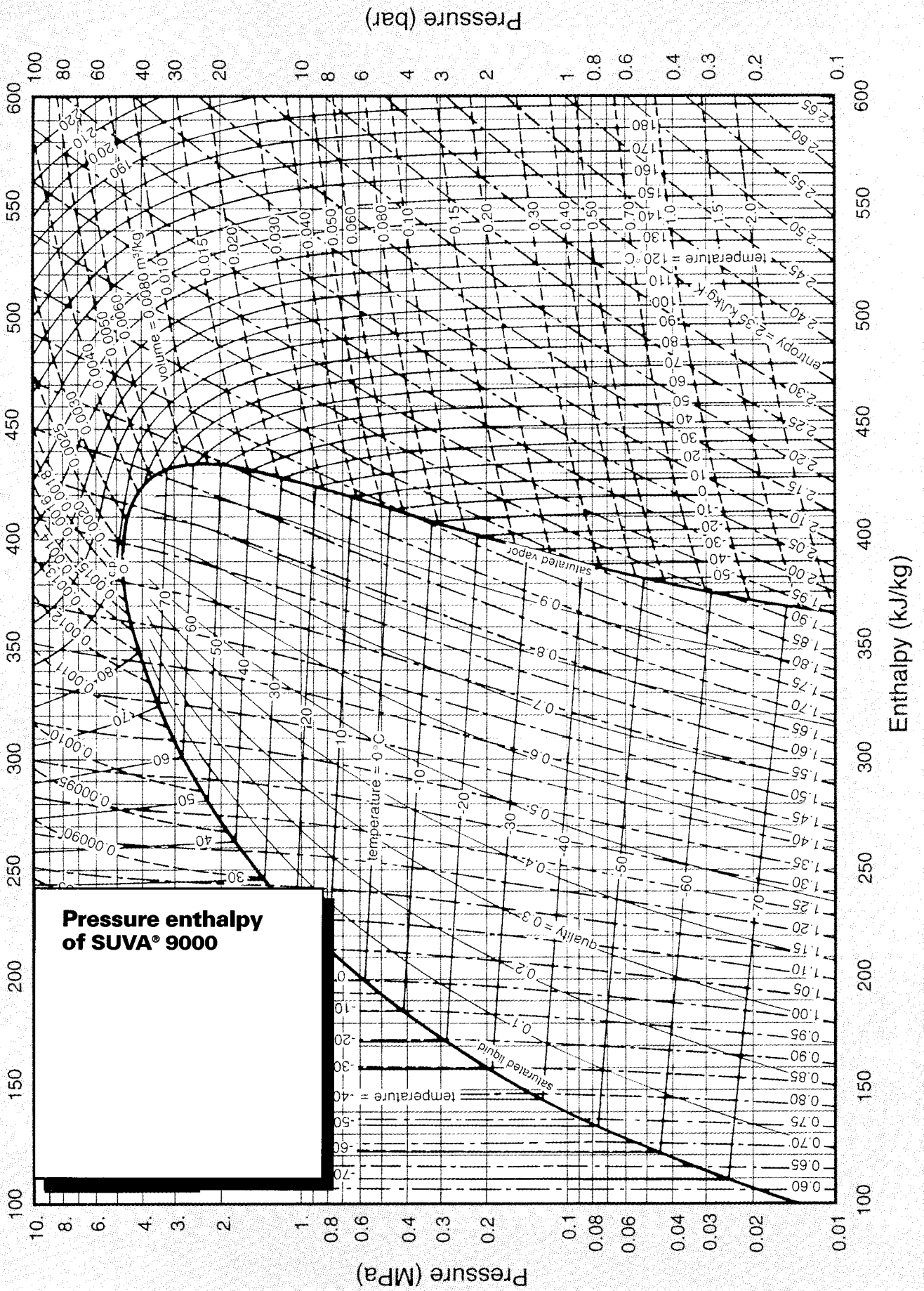


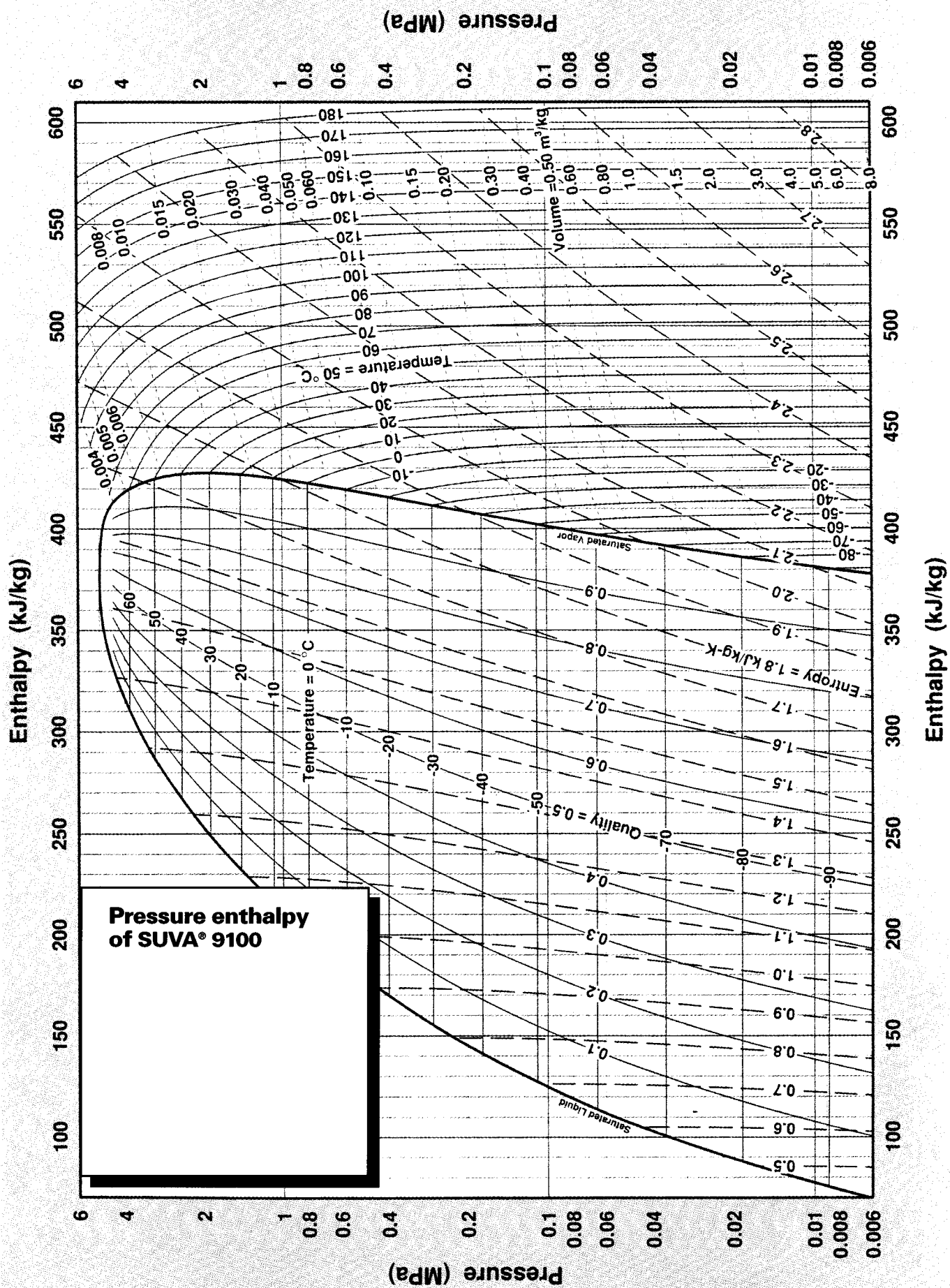


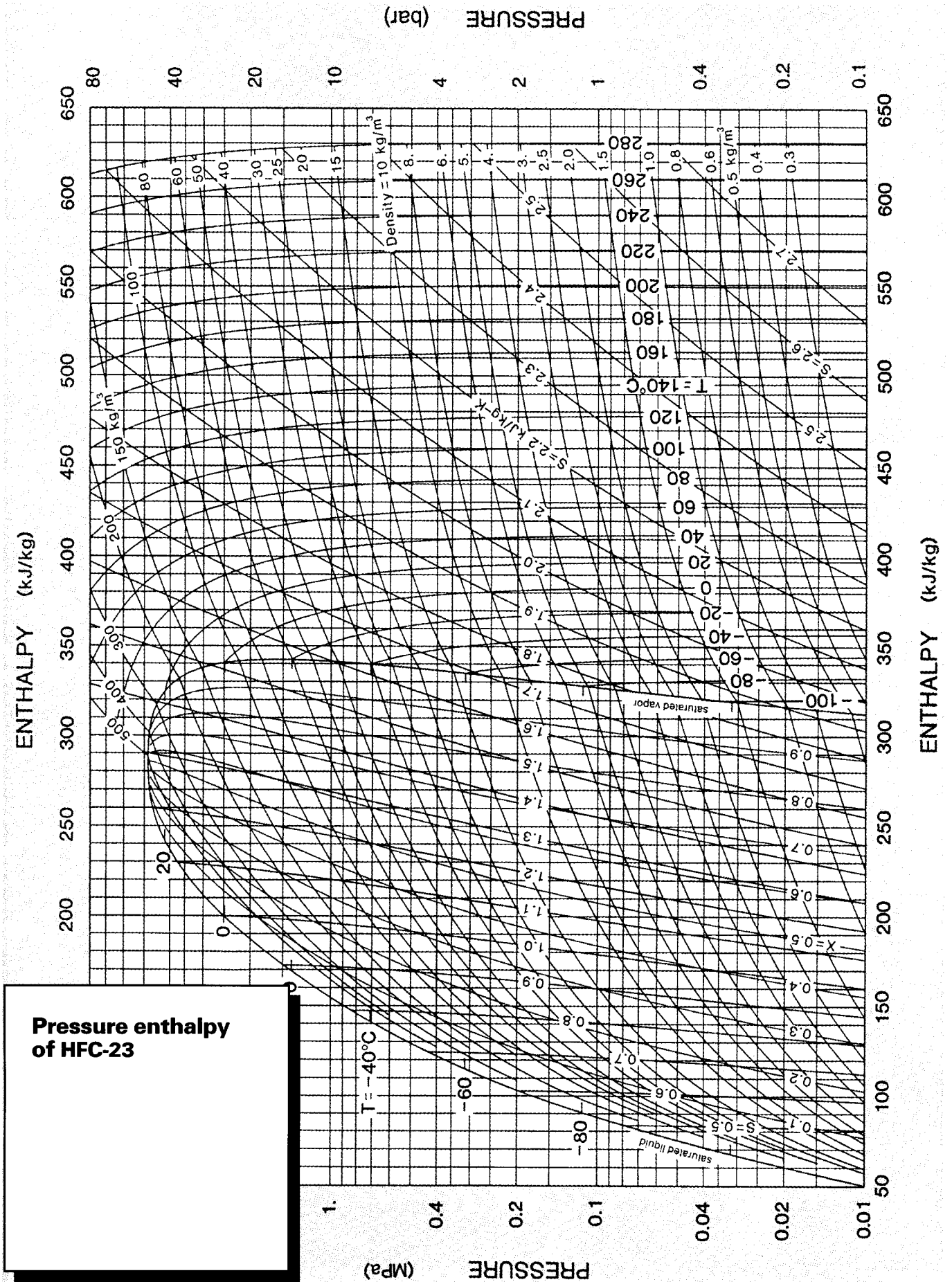


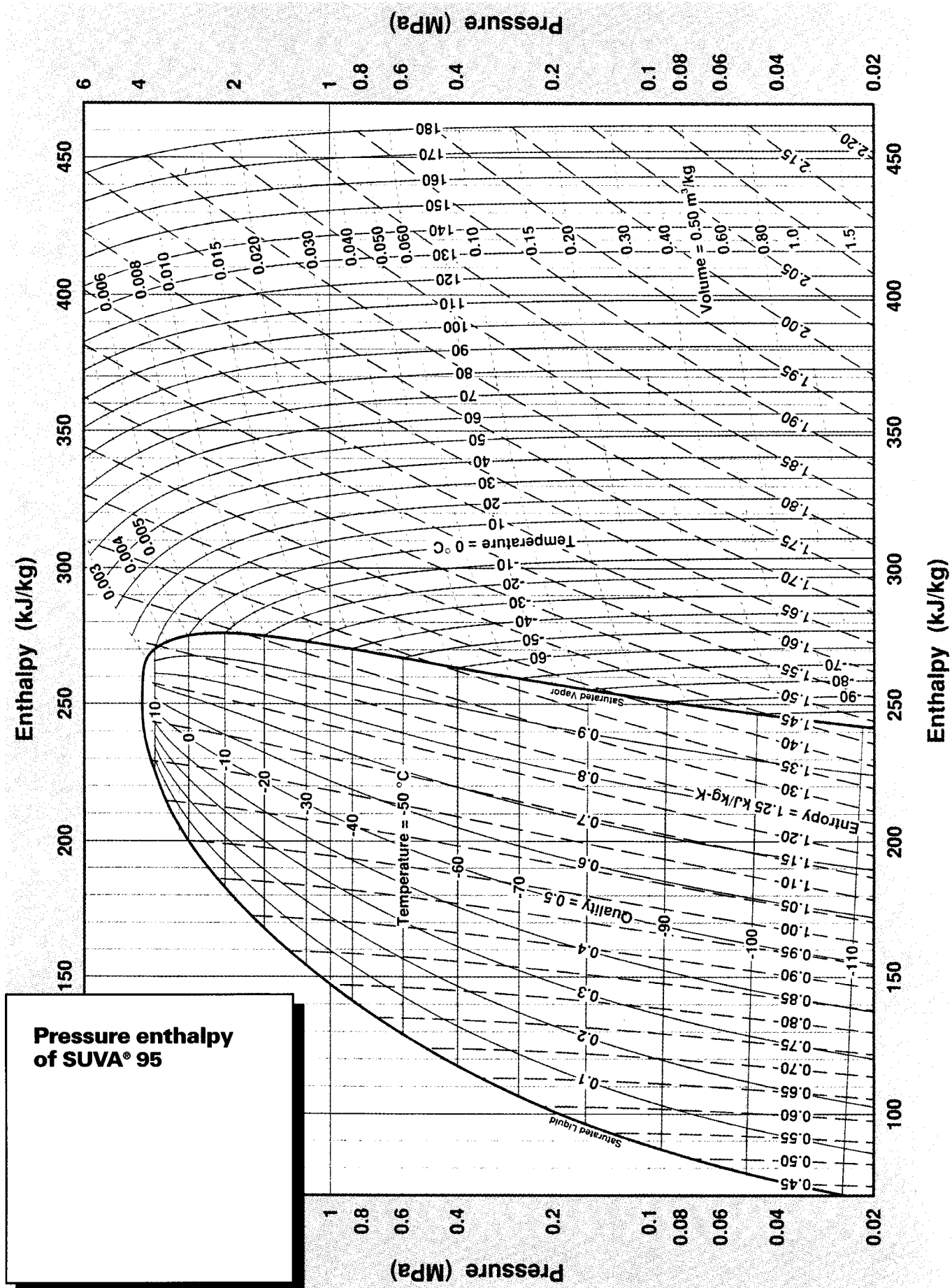












IV) Etterord

Bestill DuPont Refrigerant Expert™ Software (DUPREX) for å beregne termodynamiske egenskaper, trykkfall, strømningshastigheter og rørstrekk for alle FREON® og SUVA®-kuldemediene, raskt og enkelt.

DuPont har utviklet en programpakke for å støtte brukerne med raske og nøyaktige kuldemediumberegninger. Refrigerant Expert er et PC-basert program som er enkelt å bruke. Det beregner termodynamiske egenskaper og spesifikasjoner for rørdesign for følgende tradisjonelle kuldemedier og DuPont SUVA® medier: FREON® 22, SUVA® 123, 124, 125, MP39, MP52, MP66, HP80, HP81, 134a, HP62, 9000, 9100, HFK23 og SUVA®.

Programmet gir deg all den informasjonen du trenger i både engelske (inch/pound) og metriske (SI) enheter.

Programmet Refrigerant Expert er lett å bruke

Refrigerant Expert-pakken er svært brukervennlig og programmene er enkle å installere. En lettlest manual hjelper deg i gang og på skjermen får du også veiledning. Manualen forklarer ligningene som ligger bak beregningene i programmet. Ingen annen programpakke har samme potensiale som Refrigerant Expert, i en så brukervennlig form.

Økende hastighet og nøyaktighet på rørdesign

Teknisk tegning av røropplegg er et møysommelig arbeid. Mange av dagens tegninger har brukt forenkende antagelser som påvirker nøyaktigheten. Programmet beregner alt nøyaktig og hurtig. Brukeren skal kun taste inn spesifikasjoner når programmet spør om det, og du får tabeller med trykkfall og hastigheter i standard rørdimensjoner.

Systemanalyser beregner anleggsytelsen

Refrigerant Expert simulerer teoretiske kuldeprosesser for atten tradisjonelle og alternative kuldemedier. Du

spesifiserer driftsforholdene og programmet gir deg:

- Temperatur, trykk og entalpi på anleggets nøkkelpunkter
- Netto kuldeytelse
- Netto kondenseringsvarme
- Kompressorvarme
- Sirkulasjonshastighet
- Kuldebehov
- Varmedbelastning
- Kompresjonsforhold
- Kompresjonsarbeidet
- Effektfaktoren

Termodynamiske egenskaper

Det er tidkrevende å bla i tabeller, men med Refrigerant Expert får du tabellene på skjermen vha. noen få tastetrykk. Programmet lager raskt tabellene, som også finnes i DuPont tekniske veiledninger. Tabellene gir deg egenskaper ved standard betingelser:

- Metningstabeller for temperatur, trykk, entalpi, entropi, tetthet, fordampningsvarme og kompresjonsfaktor
- Tabeller for overhettet damp inneholder temperatur, trykk, entalpi, entropi, spesifikt volum, varmekapasitet ved konstant trykk, varmekapasitet ved konstant volum, varmekapasitets-forhold og lydshastighet.

Systemspesifikasjoner

- IBM PC eller kompatibel PC med: 386-prosessor med matematisk tilleggsprosessor eller 486-prosessor
- DOS versjon 3.3
- 450 K med ledig konvensjonelt minne
- 3 mbyte diskplass
- EGA eller VGA skjermkort (CGA er ikke å anbefale)

**Du får Refrigerant Expert hos din autoriserte
DuPont-forhandler**

Programmet er en del av DuPonts tekniske støtte til
kuldemediebrukere i hele verden, vha. DuPonts
forhandlernetverk.