

MILJØstyrelsen
Kemikalier

05. juli 2005
FJE/TVN/LWJ

Uddybning af den danske regerings svar af december 2004 på Kommissionens åbningskrivelse (SG-Greffe(2004) D/204872) vedrørende den danske bekendtgørelse om regulering af visse industrielle drivhusgasser, Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 552 af 2. juli 2002.

Indledning

./ Som meddelt i den danske regerings brev af 8. juni 2005 til Kommissionen vedrørende fremsendelsen af et supplerende svar i ovennævnte sag, fremsendes hermed vedlagte udkast til Miljøstyrelsens vejledning til ansøgning om dispensation fra forbuddet mod anvendelse af industrielle drivhusgasser HFC'er, PFC'er og SF₆ (*f-gasser*).

Vejledningen er rettet til de virksomheder og personer, som berøres af bekendtgørelsen om regulering af visse industrielle drivhusgasser. Formålet med vejledningen er at give de berørte parter en detaljeret og praktisk vejledning om forståelsen af dispensationsbestemmelsen.

Vejledningen informerer på den baggrund om de betingelser, hvorunder dispensationsbestemmelsen finder anvendelse. Ligeledes tydeliggør vejledningen de krav, der stilles til ansøgninger om dispensation, og den procedure der skal følges ved ansøgning om dispensation.

Som det ligeledes blev meddelt i brevet af 8. juni ønsker regeringen samtidig at orientere Kommissionen om den nye videnskabelige viden, der er fremkommet siden regeringen afgav sit første svar samt tydeliggøre sammenhængen mellem det første svar og den tekniske dokumentation, der blev fremsendt i den forbindelse. Disse oplysninger følger nedenfor.

Den danske regering er yderst opmærksom på, at de foranstaltninger, der gennemføres til opfyldelse af Kyoto-målene, skal være nødvendige og proportionale i forhold til disse mål. På den baggrund er det derfor vigtigt at understrege den meget store betydning, som medlemslandene, EU's institutioner samt en lang række andre lande og internationale organisationer hidtil har tillagt og stadigvæk tillægger en effektiv indsats overfor de meget alvorlige klimaproblemer, som i dag er et globalt problem.

Generelt skal regeringen derfor endnu engang understrege den ganske særlige og meget store betydning, som Kyoto-målene og EU's byrdefordelingsaftale har for udformningen af de danske regler for industrielle drivhusgasser.

I denne forbindelse skal det derfor bemærkes, at regeringen er af den faste opfattelse, at Danmark fuldt ud overholder sine EU-retlige forpligtelser i denne sag. Herunder har regeringen

fremlagt den nødvendige redegørelse og dokumentation for, at de danske regler hviler på et sagligt og acceptabelt grundlag, der klart viser, at de danske regler ikke udgør en ulovlig handelshindring, herunder at de er proportionale.

Regeringen skal henlede Kommissionens opmærksomhed på, at de forpligtelser, som både Fællesskabet og de enkelte medlemslande har påtaget sig i forhold til Kyoto-målene, i sig selv må anses som egnede til begrunde de nødvendige indgreb på nationalt plan, også indgreb, der om nødvendigt kan udgøre et væsentligt indgreb, hvis sådanne regler måtte vise sig påkrævede for at opfylde kommende forpligtelser.

Så meget mere må de danske regler anses for proportionale, idet regeringen har dokumenteret, at reglerne sikrer, at de formål, som de forbudte produkter skulle opfylde, kan opfyldes på anden måde uden væsentlige meromkostninger.

Kyotomålenes globale miljømæssige betydning og begrundelse samt målenes folkeretlige status gør derfor forpligtelsen til opfyldelse af målene til et legitimt hensyn, der klart taler for, at de danske forbud er proportionale i forhold til de tilsigtede mål.

Regeringen har systematisk afsøgt mulighederne for at reducere udledningen af drivhusgasser inden for alle de sektorer, hvor der er et potentiale for at reducere denne udledning. Dette er et arbejde, der til stadighed gennemføres for at pege på yderligere muligheder. Det kan ikke understreges kraftigt nok, at Danmark i den forbindelse skal finde reduktionsmuligheder, der svarer til 21 % af Danmarks udledning i 1990 (1995 for de industrielle gassers vedkommende). Dette er en betragtelig opgave, og det er ved denne systematiske undersøgelse fundet nødvendigt at foretage et afbalanceret indgreb over for de industrielle drivhusgasser for at nå målet på de 21 % reduktion.

De industrielle drivhusgasser udgør i dag ca. 1 % (ca. 700.000 tons CO₂) af den samlede udledning af drivhusgasser i Danmark. Fremskrivninger foretaget før den danske regulering blev indført viste, at dette mindst ville stige til det dobbelte inden udgangen af den første forpligtelsesperiode 2008-12 (se rapporten "Ozonlagnedbrydende stoffer og drivhusgasser - 2000 Danmarks forbrug og emissioner, Miljøprojekt 650, bilag 4). Den danske regulering har fået vendt den negative tendens med en stigning hvert år, således at niveauet er fastholdt på det niveau, det var i 2000.

Hertil skal lægges, at der vil ske en yderligere stigning i perioden efter 2012, hvis der ikke foretages indgreb. Dette skyldes køleanlæggenes levetid på i gennemsnit 15 år. Ethvert HFC-køleanlæg, der er blevet installeret fra omkring 2000 og frem, vil medvirke til en udledning af HFC og dermed CO₂-ækvivalenter også i perioden efter 2012.

Det skal understreges endnu engang, at disse fremskrivninger ikke tager højde for, at der sker en øget konvertering af gamle anlæg baseret på HCFC samt etablering af nye anlæg. Der er

derfor tale om et yderst konservativt skøn over emissionen, der må formodes at blive markant større, idet der eksisterer flere tusind anlæg med fyldninger over 10 kg HCFC i Danmark. Det er skønnet, at der i Danmark findes ca. 2.200 supermarkeder og ca. 2.000 små købmandsbutikker. Fyldninger i disse anlæg er mellem 10 kg og 1500 kg kølemiddel (se appendix B i rapporten "Evaluation of the possibilities of substituting potent greenhouse gases (HFCs, PFCs and SF₆), Environmental Project no. 771, 2003", som er en oversættelse af den tilsvarende rapport på dansk fra 2001). Et forsigtigt skøn er, at der findes HCFC (typisk R22) i mindst halvdelen af disse anlæg. Der er altså tale om overordentlig store mængder kølemiddel, der – uden regulering – typisk vil skifte til HFC (typisk HFC-404A) i stedet for HCFC. Det er f.eks. estimeret, at den samlede installerede mængde kølemiddel i stationære kommercielle køleanlæg (butikker og a/c-anlæg) allerede er over 1.900 tons HFC (se "Ozonlagsnedbrydende stoffer og drivhusgasserne HFC'er, PFC'er og SF₆ - Forbrug og emissioner 2002, Miljøprojekt nr. 885, Miljøstyrelsen 2004"). Disse anlæg vil alle potentielt alle vil kunne anvende HFC, hvis der ikke sættes ind med regulering. Den procentvise andel vil derfor stige til langt over et par procent, også set i forhold til, at der sker en reduktion af drivhusgasser stammende fra andre emissionskilder.

På denne baggrund besluttede den danske regering i 2002 at indføre en restriktion i brugen af de industrielle drivhusgasser i visse nye anlæg og produkter. Restriktionerne blev bl.a. indført under den klare forudsætning, at kølebranchen skulle være i stand til at levere den nødvendige køling, idet der ikke var eller er nogen tegn på, at det danske kølebehov vil ændres markant i de kommende år. Kølebehovet skal kunne dækkes, uanset hvilke kølemedier der anvendes.

Opbygning af bekendtgørelsen

Bekendtgørelsen medfører for det første et generelt forbud mod import, salg og anvendelse af nye produkter fra 01.01.06 (§ 2). Der er dog en række undtagelser fra denne dato (§ 2, stk. 2). Den vigtigste i denne sammenhæng er forbudet mod køleanlæg, varmepumper, airconditionanlæg (komfortkøling) og affugtere med fyldninger over eller lig 10 kg HFC, der først træder i kraft 1. januar 2007.

Derudover er en række produkter undtaget fra forbudet, og dermed tilladt, jf. § 2, stk. 2 (bilag 1).

For det andet medfører bekendtgørelsen et generelt forbud mod import, salg og anvendelse af stofferne (ny såvel som genvundne) fra 1. januar 2006, jf. § 3. Også her er der en række undtagelser, jf. § 3, stk. 2 (bilag 2). De vigtigste i denne sammenhæng er dels køleanlæg, varmepumper, airconditionanlæg (komfortkøling) og affugtere med fyldninger mellem 0,15 og 10 kg HFC og dels servicering af køleanlæg, varmepumper, airconditionanlæg (komfortkøling) og affugtere. Undtagelsen med hensyn til eksisterende anlæg er endvidere blevet bekræftet i Miljøministerens svar på spørgsmål nr. 135 af 21. marts 2002, alm. del – bilag 419, fra Folketingets Miljø og Planlægningsudvalg dateret den 19. april 2002 i forbindelse med debatten om indførelse af de danske regler, hvori det bl.a. hedder: "Udslippet af industrielle drivhus-

gasser fra de eksisterende køleanlæg vil jo ske mange år frem i tiden, da disse anlæg har en lang levetid, og da servicering af disse anlæg er undtaget fra bekendtgørelsen". Der er derfor ingen tvivl om, hvorledes reglerne om undtagelse bliver fortolket, idet det ganske enkelt betyder, at anvendelsen til de nævnte formål er tilladt.

Som det fremgår af svaret fra december 2004 er det vigtigt at påpege, at den danske bekendtgørelse skal revideres inden den 1. januar 2011, jf. § 6. Hvis den teknologiske udvikling viser, at en undtagelse ikke længere er nødvendig, vil den nødvendige revision naturligvis blive gennemført inden 2011. Igen skal det understreges, at det overordnede formål med undtagelserne er at sikre, at det samlede udslip af drivhusgasser omregnet til CO₂-ækvivalenter ikke ville blive forøget, ved at man tvinges til at benytte alternativer på en uhensigtsmæssig måde. Ligeledes skal undtagelserne sikre, at forbuddene ikke omfatter områder, hvor der ved reglerens vedtagelse ikke fandtes – eller så ud til at blive udviklet inden for en overskuelig fremtid - kommercielt tilgængelige alternativer med bedre miljømæssige egenskaber.

Undtagelserne er således udtryk for, at fordele og ulemper ved et forbud er blevet vurderet for hvert enkelt anvendelsesområde, og bidrager således til at sikre, at de danske forbud er nødvendige og proportionale.

En af undtagelserne i den danske bekendtgørelse er mobile køleanlæg, hvor kølecontainere falder ind under. Denne undtagelse redegøres der uddybende for i det følgende.

Et projekt publiceret i 2002 med deltagelse af Maersk Container havde til formål at udvikle en kølecontainer, der ikke benyttede HFC i hverken skum eller som kølemiddel. Dette lykkedes imidlertid ikke p.g.a. mangel på visse komponenter. Konklusionen i rapporten er:

"Kompressoren er efter projektgruppens opfattelse det svage led i kæden. Kompressoren er en prototype, som endnu ikke er færdigudviklet. Vi har haft to brækkede ventiler (undersøgelser viser et almindeligt træthedsbrud). Et ødelagt trykleje medførte, at rotoren og dermed krumtappen vandrede ind mod krumtaphuset og gav rivninger i et skjold ved motoren, som medførte et uacceptabelt højt effektforbrug. En tap på krumtappen, der trækker olie-pumpen, er knækket, og kompressorens lejer er ødelagte. Vi har haft seks forskellige kompressorer til afprøvning. Ingen af de fem har kørt over 100 timer. Den sidste kompressor er brudt ned efter kun 50 timers drift.

Der mangler stadig enkelte komponenter, som ikke kan købes til rimelige priser. Dette gælder specielt mekaniske trykovervågningssystemer for olietryk, lav-/højtryk og stopventiler. Det er uvist, hvornår disse komponenter bliver almindeligt tilgængelige for køleindustrien. Mekaniske trykovervågningssystemer for olietryk, lav- og højtryk kan i containeruniten dog erstattes af computerens dataopsamling og overvågning, ligesom det også vil være hensigtsmæssigt at udelade stopventiler.

Projektgruppen mener derfor ikke, at de nødvendige teknologier og komponenter er færdig-udviklet, og at kølecontainer branchen i sig selv er for lille til alene at bringe dette teknologiløft til rådighed. Det er derfor vigtigt, at andre grene indenfor kølebranchen må være med til at bringe de nødvendige driftsikre komponenter på markedet.

Projektgruppen anbefaler derfor at stoppe projektet ved denne milestone og lade udviklingen løbe nogle år med projektdeltagernes vågne øjne for udviklingen. Det kan ikke afvises, at parterne tager projektet op på et senere tidspunkt, når sandsynligheden taler for, at projektet vil lykkes.

Efterskrift Juni 2001. Kompressorfabrikanter oplyser nu, at enkelte kompressorserier for CO₂ er kommercielt tilgængelige med normale fabriksgarantier.”

Det er stadig (2004) ikke lykkedes at få udviklet konkurrencedygtige alternativer, der opfylder de skrappe betingelser med hensyn til både indvendig og udvendig størrelse samt køleeffektivitet, der stilles på dette internationale område. Dette er også understreget i Umwelt Bundes Amts rapport ”Fluorinated Greenhouse gases in products and processes” fra 2004, hvori der står på side 79 om ”Cooling Containers”:

”CO₂ is also being tested as refrigerant in cooling containers. There are still technical and logistic problems to be solved, i.e. the development has not yet been completed. It is very likely that the logistic problems can be solved as soon as CO₂ is widely used as refrigerant in other sectors of the market. This will certainly help to introduce CO₂ also in this area of application. Since cooling containers are shipped throughout the world, the use of CO₂ should obtain international support and become subject of international agreements.”

Nedenfor følger en gennemgang og uddybning med henvisning til de seneste nye videnskabelige resultater og muligheder inden for kølebranchen.

Lækagerater

Lækageraterne er et yderst centralt spørgsmål i forbindelse med den danske regulering. For at undgå misforståelser i denne forbindelse er det derfor nødvendigt med en uddybning af beskrivelsen af dokumentationen for den danske lækagerate, som angiveligt er 10 % årligt fra større køleanlæg, hvor der anvendes HFC.

Dokumentationen for denne lækagerate er givet i rapporten ”Revurdering af emissioner fra kommercielle køleanlæg, transportkøl og mobile A/C”, som er udarbejdet af den uafhængige rådgivende ingeniørvirksomhed COWI A/S. Rapporten er allerede fremsendt til Kommissionen. I det følgende uddybes centrale punkter i denne rapport.

Vurderingen af lækageraten for kommercielle køleanlæg er baseret på dels konsulentens interviews med og data fra producenter og montører af kommercielle køleanlæg og dels en undersøgelse foretaget af Kølebranchens Miljø Ordning (KMO), der repræsenterer branchen selv. KMOs undersøgelse omfattede 63 butikker inden for dagligvaresektoren, og foregik ved besøg i butikkerne, gennemgang af logbog, som har været obligatorisk siden 1950 samt interview med de enkelte kølemontører tilknyttet den enkelte butik. De køleanlæg, der indgik i undersøgelsen, er ifølge KMO repræsentative for de forskellige anlægstyper, der findes i detailhandlen. Der er således tale om en meget grundig undersøgelse.

Rapporten giver en nærmere beskrivelse af KMO-undersøgelsen i afsnit 3.4:

”Kølebranchens Miljøordning (KMO) har ca.1.000 medlemsvirksomheder, der alle har ordningens godkendelse til at håndtere kølemidler efter nærmere fastsatte retningslinier /4/. Virksomhederne er forpligtet til at aflevere aftappet kølemiddel gennem KMO’s indsamlingsordning og månedligt indberette mængden af påfyldt og aftappet kølemiddel. Indberetningerne omfatter oplysninger om:

- ◆ *Navn og adresse på kunden*
- ◆ *Påfyldt og aftappet mængde og type kølemiddel*
- ◆ *Genbrugt type og mængde*
- ◆ *Mængde og type kølemiddel returneret til grossist.*
- ◆ *Dato for aftapning eller påfyldning*
- ◆ *Navnet på den kølevirksomhed der har foretaget påfyldning eller aftapning*

Derimod skal det ikke indberettes hvorfor der er påfyldt eller aftappet kølemiddel, dette skal fremgå af det enkelte anlægs tilsynsbog. KMO oplyser imidlertid, at kun et fåtal af kølevirksomheder indberetter data for andet end påfyldninger.

Kølemiddel grossisterne står for den praktiske del af indsamlingen af kølemidler fra kølevirksomhederne og opgørelse af de aftappede mængder sker efter indberetning fra grossisterne. Disse indberetninger sker som en samlet indberetning for hver kølevirksomhed og det er ikke muligt at henføre en given mængde til et bestemt anlæg. KMO's datagrundlag er derfor ikke tilstrækkeligt tæt til, at der kan udledes noget om de enkelte anlæg eller om emissionsfaktorer generelt. Dog kan de indikere forbrugsniveauet samt udviklingen i forbruget indenfor forskellige brancher.

Med henblik på en kvantificering af de faktiske tab ved drift foretog KMO i 2001 en undersøgelse af udsivning af kølemidler fra butikskøleanlæg. Undersøgelsen omfattede 63 butikker indenfor et postnummer afgrænset område og data for årene 1998, 1999 og 2000. Der deltog en række forskellige typer af butikker med tilknyttede køletekniske servicevirksomheder. Undersøgelsen er anonymiseret og indeholder hverken navne på butikker eller kølevirksomheder /6/.

De udvalgte butikker blev besøgt bl.a. med henblik at få et overblik over:

- ◆ *anlæggenes antal og størrelse*
- ◆ *hvilke kølemidler, der var i de enkelte anlæg*
- ◆ *om der var fyldestgørende tilsynsbøger ved anlæggene*

Supplerende oplysninger blev indhentet fra de kølevirksomheder, der var tilknyttet den enkelte butik. Undersøgelsens resultater er gengivet i tabel 3 herunder [se vedlagte bilag 1].

[se bilag 1]

Det kan konstateres, at der ikke er nogen gennemgående tendens mellem anlæggenes alder og lækagerate. Der er mange af de anlæg, som er bygget efter 1995, som har en høj lækagerate og der er anlæg som er 25-30 år gamle, der har en betydelig lavere lækagerate. Dette kan hænge sammen med kvaliteten af de respektive anlæg, men også anlægstypen, hvor de gamle køleanlæg enten er baseret på HCFC-22 eller CFC. Disse kølemidler er kendt for ikke at være så flygtige, som de HFC-baserede anlæg.

De målte lækagerater i KMO-undersøgelsen varierer fra 0,3 % til 77 % pr. år. Overraskende mange anlæg har samlet lækagerater på over 50 % pr. år. Lækageraterne er beregnet som den samlede påfyldning i forhold til den totale fyldning.

I undersøgelsen anføres det at de angivne utæthedsprocenter (% pa.) er beregnet uden at tage hensyn til, om der har kunnet være tale om førstegangsfyldninger, eller konverteringer fra et kølemiddel til et andet. Flere af anlæggene er ombygget eller udskiftet i den periode, hvor indberetningerne er foretaget. Hvor der er anlæg med byggeår i perioden fra 1998 til 2001, kan påfyldningerne stamme fra både de gamle anlæg og de nye anlæg /6/.

En beregnet og skønnet utæthedsprocent, hvor de beskrevne forhold er taget i betragtning vil give en samlet utæthedsprocent på ca. 10 %. Det er bl.a. forudsat, at første gang en ny type kølemiddel er rapporteret skyldes dette, at man har skiftet kølemiddel uden tab af det gamle. Lækageraten skønnes til ca. 10 % hvis man tager højde for mulige nyfyldninger eller substitutioner. Lækageraten skønnes til ca. 17 %, hvis man vælger at betragte alle påfyldninger, som et udtryk for utætheder i anlæggene. Her skal det bemærkes, at det er kendt at flere fyldninger i perioden har været nyfyldninger.”

Den samlede vurdering af lækageraten i rapporten er foretaget på basis af resultaterne af de to undersøgelser. Det skal i den forbindelse nævnes, at der i forbindelse med rapportens udarbejdelse var nedsat en arbejdsgruppe, der bl.a. bestod af Dansk Industri og Autoriserede Kølemontørers Brancheforening, der ikke havde indvendinger i forhold til rapportens konklusioner. I forbindelse med offentliggørelsen er der heller ikke modtaget nogen indvendinger fra branchens aktører.

Begge undersøgelser viser samstemmende en gennemsnitlig lækagerate på omkring 10 %.

Det fremgår af rapportens afsnit 3.5:

”Der er foretaget research af emissionerne fra danske kommercielle køleanlæg ud fra flere tilgange. Dels er der gennemført en interviewundersøgelse af de betydende kølefirmaer i Danmark, dels er en undersøgelse gennemført af KMO blevet vurderet, dels er fagfolk kontak- tet for tekniske detaljer om kommercielle køleanlæg og stationære A/C. De interviewede virk- somheder anslås at dække 15-20 % af det danske marked for montering- og servicering af kommercielle køleanlæg og stationære A/C anlæg. Endvidere dækker KMO-undersøgelsen et repræsentativt udsnit af situationen i en af de største danske supermarked-kæder.

De tekniske forskelle mellem kommercielle køleanlæg og stationære A/C er, på baggrund af undersøgelsen, vurderet så små at det ud fra en miljømæssig betragtning ikke giver mening at sondre mellem disse to produktområder. Endvidere vil det ikke være praktisk muligt at skelne mellem kølemiddelforbrug relateret til kommercielle køleanlæg og klimaanlæg ud fra de til- gængelige danske forbrugsoplysninger. Derfor dækker de revurderede emissionsfaktorer bå- de danske kommercielle køleanlæg og danske stationære A/C anlæg. Det er dog muligt at skønne dele af forbruget fordelt på kommercielle anlæg til detail samt stationære A/C anlæg ved at fordele forbruget på HFC-typer.

I nedenstående tabel er samlet de 3 kvantificerede datasæt fra de gennemførte interviewun- dersøgelse hos detailkæder og køleservice firmaer. Disse 3 registreringer er baseret på af- grænset undersøgelser internt i virksomhederne. De 3 datasæt udtrykker uafhængige målin- ger, som de enkelte virksomheder har foretaget men det kan ikke udelukkes at der er et over- lab mellem køleanlæggene idet virksomhed 2 sandsynligvis både har serviceret anlæg i virk- somhed 1 og anlæg omfattet af KMO's undersøgelse.

Tabel 4. Årlig emission af kølemiddel fra kommercielle køleanlæg ved drift.

Virksomhed	Installeret mængde i ton	Efterfyldt mængde/ emission i ton	Årlig emission i % af den sam- lede installerede mængde
Virksomhed 1	22 t	1,9 t	8,6 %
Virksomhed 2	16 t	2,0 t ¹⁾	12,5 %
KMO	5,6 t	0,96 t ²⁾	17 %
Total	43,6 t	4,86t	11,1 %

¹⁾ Beregnet på baggrund af et forbrug for årets 3 første måneder på 510 kg.

²⁾ Dækker både refyldning og nyfyldninger ved udvidelse af eksisterende anlæg pr. år

På baggrund af oplysninger fra virksomhed 1 og 2 er den samlede gennemsnitlige emissionen ved drift (og uheld) beregnet til 10,3 %.

KMO-undersøgelsens resultat giver en gennemsnitlig emission fra drift og uheld på ca. 17 %, hvis alle påfyldninger opfattes som efterfyldninger og ca. 10 % hvis der korrigeres for nyfyldninger.

De beregnede registreringer peger på, at den danske emissionsfaktor for kommercielle køleanlæg ligger under de 17 %, der er IPCC's tal for drift. Emissionsfaktoren ligger nærmere i intervallet mellem 10 og 15 % pr. år i anlæggets driftsperiode

Endvidere kan det konstateres fra alle anvendte tilgange, at tab fra påfyldning ikke er 3,5 % i Danmark. Dertil er selve gassen for dyr en råvare til at der sløses med den og dels gør de tekniske forhold ved påfyldninger, at eventuelle tab stort set kun relaterer sig til en beskedent restmængde i påfyldnings slangen, men ofte vil end ikke det være aktuelt, idet montører generelt anvender shreder ventil eller afspærringsdyser på slangerne.

En enkelt af de interviewede leverandører anfører et tab på 2-5 %, som følge af u hensigtsmæssig udførelse af arbejdet og vanskelige adgangsforhold til stationære A/C anlæg på tage og lignende. I sådan situationer anvendes lange slanger, hvilket kan give et relativt større tab”.

Det er bemærkelsesværdigt, at KMO-undersøgelsen viser meget store udsving i lækageraten for de enkelte anlæg uafhængigt af størrelsen på de respektive anlæg og uafhængigt af anlæggenes alder. Nogle anlæg har lækagerater på under 1 %, mens det kan være endog meget højt for andre anlæg af tilsvarende alder og med tilsvarende fyldning. Dette illustrerer de uundgåelige uhelds betydning. Et uheld vil ofte resultere i en total tømning af anlægget. Hvis der er tale om et lille anlæg, vil det samlet set selvfølgelig være af underordnet betydning, medmindre det sker hyppigt. Et større anlæg fyldt med 500 kg HFC-404A vil ved havari dog resultere i betydelige emissioner samlet set, mens de helt store supermarkedsanlæg med fyldninger på omkring 1000 kg HFC-404A vil ved havari resultere i meget markante emissioner. F.eks. vil et enkelt tab af 500 kg HFC-404A resultere i en emission på ca. 1.892.000 kg CO₂-ækvivalenter. Det skal nævnes, at store supermarkeder i Danmark bliver betragtet som mellemstort i andre lande. Et stort supermarked i Danmark er ca. 4-6000 m², hvor de er langt større i de fleste andre europæiske byer.

Internationalt regnes der med et vist tab af kølemiddel ved påfyldning og aftapning og destruktion. Den danske undersøgelse har dokumenteret, at dette ikke er tilfældet i Danmark. Destruktion sker i lukkede systemer under kontrollerede forhold på ”Kommunekemi”, som er et stort destruktionsanlæg specielt beregnet til håndtering af kemisk affald, og spildet er ubetydeligt. Også tab i forbindelse med påfyldning og aftapning er negligerbare, hvilket skyldes

den metode og det udstyr, der benyttes i Danmark. Den danske afgift virker givet også som en motivationsfaktor i arbejdet for at minimere spild.

De lave tab ved påfyldning og tømning viser, at den danske branche lever fuldt ud op til de forventninger om teknisk kundskab, man kan og bør have, når det påregnes, at der har været tvungen uddannelse af kølemontører siden 1950 i Danmark.

Rapportens konklusion er (side 19): *"Det foreslås at den gennemsnitlige lækagerate fra drift fastsættes til 10 % hvilket er lidt mindre end den beregnede gennemsnitsemmission fra alle registreringer omfattet denne undersøgelse. En emissionsfaktor på 10 % for drift og uheld vurderes at være tidssvarende og imødekomme den nuværende og fremtidige udvikling med generelt færre emissioner fra anlæggene. Først og fremmest på grund af, at der forventes at have været forholdsvis mange lækager og uheld i overgangsperioden fra HCFC-22 til HFC-anlæg, hvor erfaring med denne type anlæg skulle opbygges.*

Det årlige tab af kølemidlet i anlæggenes driftsfase kan sammenfattes således, at tab sker ved:

- mindre utætheder i systemet
- uheld og havari

Ifølge dele af branchen er de seneste ca. 10 års udvikling inden for kølebranchen gået i retning af tættere anlæg, bedre svejsninger og bedre dimensionering, hvilket generelt har reduceret lækagerne fra de kommercielle køleanlæg og stationære A/C anlæg. Andre mener ikke at kunne se en stigning i anlægskvaliteten og nævner eksempler på, at der er langt flere fejl på nogle enkeltkomponenter nu end tidligere. KMO's undersøgelse, hvor flere nye anlæg har høje lækagerater, understøtter disse udsagn.

Der er bred enighed i branchen om, at tab fra utætte samlinger etc. er beskedent og vurderes af de udspurgte til at være fra 0 % op til 2-5 % og at hovedparten af tabet i anlæggets driftstid er fra uheld og havari."

Til det bemærkes, at uheld og havari netop er hændelser, der ikke kan påvirkes ved bedre uddannelse, tilsyn m.v.

Også ikke-danske erfaringer viser, at lækageraten generelt ligger på omkring 10% i lande, der allerede har indført obligatorisk uddannelse m.m. Dette er f.eks. tilfældet i en række lande, som det fremgår af nedenstående tabel hentet fra IPCC/TEAP ("Special report on safeguarding the ozone layer and the global climate system: Issues related to hydrofluorocarbons and perfluorocarbons, 2005, final draft side 4-62):

Table 4.8: Supermarket refrigeration systems leakage rates

Country	Year(s)	Annual Refrig. Loss	References
The Netherlands	1999	3.2%	Hoogen et al., 2003; STEK, 2001
Germany	2000-2002	5-10%	Birndt et al., 2000; Haaf, 2002
Denmark	2003	10%	Pedersen, 2003
Norway	2002-2003	14%	Bivens et al., 2004
Sweden	1993 1998 2001	14% 12.5% 10.4%	Bivens et al., 2004
United Kingdom	1998	14.4%	Radford, 1998
United States	2000-2002	13%, 18%, 19%, 22%	Bivens et al., 2004

I Holland er der beskrevet lækagerater på 3,2 % i gennemsnit i forbindelse med det hollandske ”STEK-system”, men disse tal er behæftet med meget store usikkerheder ikke mindst på grund af selve indsamlingen af datamateriale.

F.eks. fremgår det på side 2 af rapporten ”Is STEK as good as reported?, June 2005” fra Institute for European Environmental Policy (IEEP), at:

”[...]. *However, potential emissions reductions brought about by the STEK system are hard to identify with great clarity. More detailed study of STEK-sponsored research shows that leak rates could be double the 4.8% figure that inspired the Regulation – depending on how the data are interpreted. Comparing end-user leakage data with sales figures from HFC distributors shows potential leak rates of anywhere from 6.9 % to 12.7 % annually. The higher leakage figures should not come as a surprise for two main reasons: as was reported by STEK itself, there was likely to be a bias towards non-reporting of high emissions by companies worried about measures that they may face in future to reduce emissions; secondly, when looking at countries with very similar leakage reduction efforts, like Sweden, reported emissions rates are significantly higher.*

It is the lack of clarity about how well this model of achievement has performed in real life that brings the Regulation’s approach into question. [.....].”

Ikke mindst indsamlingen af data sættes der store spørgsmålstegn ved. F.eks. nævnes det på side 9 i IEEP-rapporten:

Reported emissions may have been low due to response bias. There are a number of possible explanations for the discrepancy between the 4.5% figure, and the rates revealed by looking across the studies. The ITM study notes that only 10.8% of installations recorded any emissions – which indicates that leakage isn’t an evenly spread phenomenon, but rather, the majority of emissions are accounted for by a smaller group of installations. One might well ask, given the importance of a few installations to the overall leak rate, whether the sampling methodology was likely to capture a representative group of installations.

The studies themselves call the representativeness into question. The ITM survey of users managed to get written responses from 12% of the companies initially contacted by telephone, which were themselves supposed to be a random sample of the relevant sectoral uses. The STEK survey of installers and technicians went to all 2140 registered companies, of which 334 were returned, or 16%. These levels of response would easily be statistically significant in a random survey. However, the response wasn't random – there was no obligation to respond, and there is no way of knowing whether those who responded were responsible for equipment with more or less emissions than those who did not. Significantly, the STEK report itself finds that 'the level of coverage is generally not high. The impression is consistently that installers are reluctant to share their insights when it is unclear what the policy changes could come as a result...the response from STEK-recognised businesses is disappointing.' TNO found that 'the delivery of data ran up against, in particular in larger companies, resistance by management'.

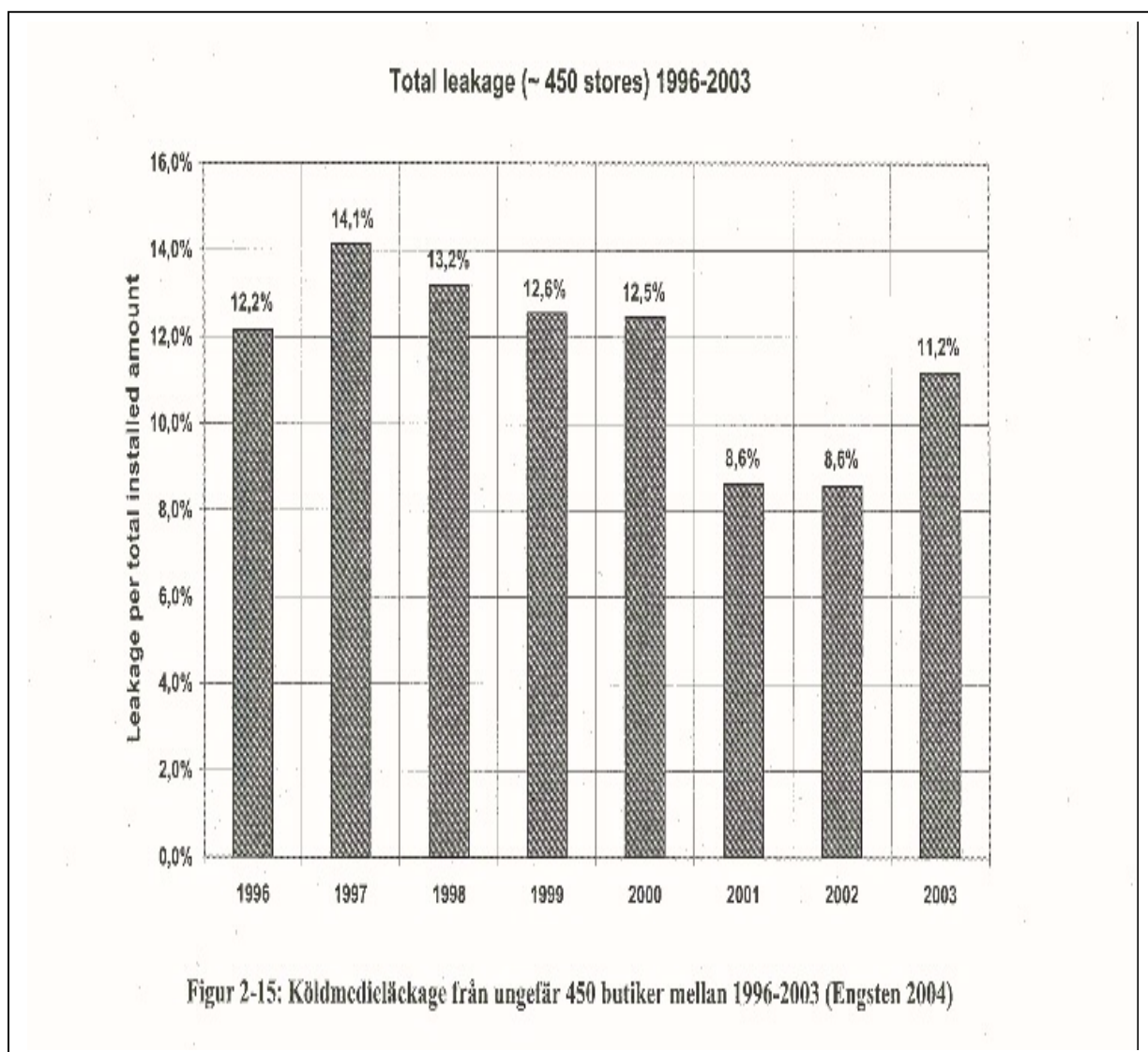
Given the fear of potential implications for policy, one might suspect that reporting high emissions could be seen as unwise, as it might lead to tougher controls. If anything, the tendency may well have been for those with less to worry about to be the most willing to return the forms.

It is hard to know how well containment works

The STEK study notes the difficulty of any real accuracy in the estimates. 'It must be recognised that the picture we have gotten can diverge from reality. There is a significant level of uncertainty in the extrapolations, given that the standard deviation from the mean was regularly 100% or more.' After six years of experience with STEK at the time, the ITM study found 'it is notable that a review of the logbooks shows that the interventions are often not completely recorded. About 50% of the interventions turned out not to be (fully) traceable. In its study of the reasons for leakage, TNO learned that 'fully 40% of the interventions with coolant refilling and almost 35% of the total refilling amount fall under the cause of emissions category 'unknown''.

Der er i den danske regulering taget højde for det forhold, at mindre anlæg har en lavere lækage end større anlæg, som det også fremgår af ovennævnte rapport. Dette er grunden til, at anlæg under 10 kg er undtaget fra regulering. De mindre anlæg under 10 kg vurderes at have en signifikant lavere lækage end større pladsbyggede anlæg, idet de mindre anlæg typisk er fabriksfremstillede kompakte anlæg, idet disse anlæg typisk er fabriksfremstillede (typisk som større serier) og ikke pladsfremstillede eller samlet med en række samlinger, der giver mulighed for utætheder. Dette er forklaringen på, at lækagen typisk er meget mindre en 5 % om året. Det er indlysende, at små præfabrikerede kompakte enheder med korte rør og få samlinger vil betyde en langt mindre risiko for lækage.

En detaljeret svensk undersøgelse af over 400 supermarkeder i Sverige viser, at lækageraten siden 1996 har ligget på omkring de 10 %, som det fremgår af figur 2-15 (side18) i rapporten ”Effektivare Kyla – En inventering 2004”.



Sverige har - tilsvarende Danmark - haft krav om tvungen uddannelse af kølemontører og krav om årlig inspektion og årlig tæthedsprøvning med læksøgning af køleanlæg gennem en lang årrække.

I rapporten (”Fluorinated Greenhouse gases in products and processes, Umwelt Bundes Amt 2004”) siges det bl.a. på side 54:

”Decentralised single refrigeration systems can be found, for example, in butchers’ shops (meat counters), in restaurants (at the bar) but also in supermarkets. The cooling capacity ranges from several 100 W up to about 20 kW [UNEP 2003; FKW 1998b]. Due to their specific design, the annual leakage rates of single refrigeration systems amount to 5-10 % of

the refrigerant charge per year (March [1998]: 10-15 %; Schwarz [2003b]: 5 %) and is therefore higher than the leakage rate of plug-in appliances. Information regarding their current contribution and data applying to Germany were not available”.

For større anlæg (supermarkedsanlæg) siges det i rapporten på side 56 bl.a:

“With regard to existing units, the annual emission rates related to the refrigerant charge are as high as 15 % [Schwarz 2003a]. New units can achieve lower emission rates (see text below). In the commercial refrigeration sector, centralised multicompressor systems pose the most significant HFC emission source.....Based on different concepts, hydrocarbons, CO₂ and ammonia are used as alternative refrigerants. In several European countries, such units are already implemented and are regarded as state-of-the-art. The manufacturer Linde, for instance, has already installed about 60 ammonia-based units, 20 propene-based units and 20 CO₂ cascade systems (CO₂ for low-temperature refrigeration) in supermarkets [Haaf, Heimbokel 2003].”

Med hensyn til reduktion af lækageraten siges det på side 58:

“Two-circuit systems using halogen-free alternatives show a better TEWI value, even when the above mentioned high energy consumption rates are used as a basis of the calculation. As described in Chapter 3.3, TEWI reflects both indirect emissions (energy consumption) and direct emissions (refrigerant). The result therefore depends not only on the energy consumption rate but also on the assumed emission rate of the system (which includes emissions that occur during production, regular emissions, and irregular emissions that are triggered by system failures or accidents). The emission rates of HFC-based direct evaporation systems amount to 5 % and more. Therefore it can be assumed that they have a less favourable TEWI value [Harnisch et al. 2003]. The manufacturers are convinced that within five years it will be possible to reduce the leakage rates (= regular emissions) of new units that currently amount to 5-10 % (in some cases 20 %) to an order of magnitude of 2 % [Bock 2003; Linde 2003]. According to the manufacturers, this requires regular leak tests with suitable equipment. Today, leak detection devices, which are able to detect 30 g, are already state-of-the-art. In future, leak detection devices will be able to detect 5 g. Another precondition is that the units have no hidden joints (leaking points) [Bock 2003]”.

Med hensyn til en reel og brugbar anvendelse af lækagedetektionsudstyr henledes opmærksomheden på gennemgangen nedenfor.

Dog skal det her bemærkes, at de 5 g forudsætter, at sensoren er $2 \pm 0,1$ millimeter fra lækagen, og at der ingen luftbevægelser er omkring lækken; forhold der ligger langt fra de praktiske realiteter.

Samlet må det derfor konkluderes med al tydelighed, at der er god og tilstrækkelig dokumentation for en gennemsnitlig dansk lækagerate på 10% for køleanlæg med HFC-fyldninger over 10 kg. For at nedbringe lækageraten vil det, jf. f.eks. rapporten fra Umwelt Bundes Amt 2004,

kræve udvikling af tættere HFC-systemer samt indførelse af tvungen brug af lækagedetektorer selv for ganske små anlæg.

Det fremgår af den tyske rapport på side 62, at:

"In most cases, the reduction of refrigerant emissions from existing units requires technical measures to improve the tightness of the system and regular leak tests to ensure tightness of the system. Depending on the system, this may require major technical efforts and input of labour and can result in considerably higher operational costs."

Opmærksomheden henledes her på, at der også for nye anlæg vil være de samme omkostninger og praktiske problemer. Desuden henledes opmærksomheden også på nedenstående afsnit, der giver en nøjere gennemgang af brugen af sådanne detektorer og konkluderer, at sådanne detektorer i praksis har svært ved at forhindre lækage, og at der, hvis de skal virke efter hensigten, vil være endog meget store omkostninger forbundet hermed.

Lækagedetektionsudstyr:

Det har været fremført, at tvungen installation af lækagedetektionsudstyr vil kunne forhindre større tab. Dette vurderes ikke at være korrekt i hovedparten af tilfælde af lækager under virkelige forhold af følgende årsager:

Det eneste naturlige sted at placere en detektor (se senere i dette afsnit) vil være i udblæsningsluften fra ventilationssystemet i maskinrummet. Andre placeringer vil ikke forekomme i den virkelige verden af praktiske hensyn. Hvis lækagen f.eks. sker på rørsystemet, vil detektoren ikke registrere et sådant, da der som regel ikke er forbindelse mellem maskinrum og rørsystemet.

Der er krav om ventilation af maskinrum, hvis der er risiko for, at der kan opstå farlige situationer, jf. bl.a. EN 378 "Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements". Da dette kan opstå ved fortrængning af ilten af kølemiddel, der slipper ud i det normalt forholdsvis lille maskinrum, er der derfor i praksis installeret ventilation i alle maskinrum. Desuden er varmeudviklingen så stor fra kompressor, olieudskiller m.m., at det er nødvendigt med ventilation. Der sker derfor et kontinuerligt luftskifte af maskinrum, hvilket betyder, at man for at kunne måle et kontinuerligt udslip, skal have udstyr, der er yderst følsomt. Den mængde af kølemiddel, der undslipper, skal jo være så stor, at koncentrationen i luften bliver tilstrækkelig høj, så det kan registreres, uden at der samtidigt opstår risiko for forgiftning af montøren.

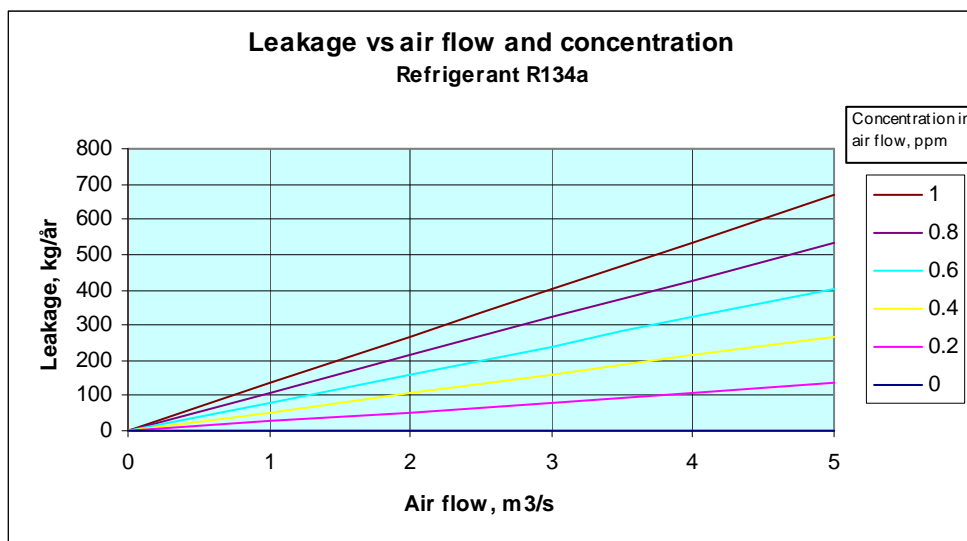
Ligningen, der bruges til udregning af lækage i forhold til ventilation, er følgende:

$$m_{\text{leak}} = 1.31 * X * V_{\text{air}} * M_r, \text{ where}$$

m_{leak}	Refrigerant leakage rate	kg/year
x	Refrigerant concentration in the exhaust air	ppm
V_{air}	Exhaust air volume flow	m ³ /s
M_r	Refrigerant molecular weight	kmol/kg

Molekylvægten for de mest anvendte HFC'er er hhv. 102 kmol/kg for R134a og 97,6 kmol/kg for R404A. Nedenstående diagram viser sammenhængen for R134a:

Nedenstående figur viser konsekvensen, hvis grundformlen anvendes til beregning af lækagens størrelse.



Et eksempel:

I et maskinrum er installeret kompressorer med et energiforbrug på 500 kW. For åbne kompressorer kan det totale tab i form af varme være helt op til 10% af det samlede energiforbrug. Normalt accepteres en stigning på 10 °C p.g.a. varmeudviklingen fra anlægget, hvilket ventilationen dimensioneres efter. Der benyttes R134a.

En normal luftudskiftningsrate (ventilation air flow) vil derfor være:

$$500 \cdot 10\% / (1.2 \cdot 1 \cdot 10) = 4.2 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ hvor}$$

1.2 = Air density

1 = Special heat capacity for air kJ/kg, K

10 = Design temperature increase, K

Hvis lækagedetektionssystemet kan detektere helt ned til 1 ppm i udsugningsluften vil det ifølge ovenstående diagram give en mulig årlig lækage på 550 kg HFC-134a. Selv hvis der regnes med en luftudskiftning på 1 m³/s, vil der stadig kunne slippe over 100 kg R134a ud om året. Dette skal ses i forhold til fyldningen, som på et 500 kW anlæg er i størrelsesorden 500-1000 kg.

York Refrigeration har beskrevet dette i i foråret 2005 i en kommentar til DEFRA, UK i forbindelse med en national engelsk konsultation af interessenter om EU-kommissionens forslag til forordning om f-gasser, som det fremgår af følgende citat:

” In discussions about the F-gas legislation there have been demands for gas detectors to indicate leaks in HFC systems. The demands are for two situations:-

Installed charge > 300 kg, gas-detectors shall be fitted

Installed charge <300 kg, if gas-detectors are mounted the number of periodic inspections may be halved.

Both of those demands ought to be with the intention that the gas-detectors shall be able to detect and indicate relatively minor leaks as they occur. The question is at what levels will sensors detect in a room with HFC present? The first limitation is that sudden large leaks are of little interest as they will be detected through lost equipment function anyway, which may mean a large drop in efficiency or complete chiller failure.

The second limitation is existing plant room ventilation levels. This ventilation always exists, though the air change rate varies in different areas. The worst case is a small machine room with open type air cooled motors with high air change rates. From that to say Cold Stores with virtually no air changes there are an infinite number of ventilation rates possible. Not only the amount but also the mounting of the detector relative to the leak and the airflow is of importance. Clearly detectors must be mounted down stream relative to the leak. The only suitable place then is in the air outlet from the room. So the question is how to detect small leaks with limited detector sensitivity and a given airflow. All sensitivity data from detector suppliers in weight / year is of no interest for fixed mounting of gas detectors. It should be measured in refrigerant gas concentration in air.

Some examples:

A large R 134a system sited in a machine room with 500 kW open motors and multiple air changes to cover the heat loss from the motors.

A detector capable of sensing 1 ppm of R 134a mounted in the air outlet will only be capable of detecting a loss of 550 kg refrigerant/ year or more. Is this likely to be acceptable?

A R 404A system with a charge of 50 kg 200 kW cooling capacity and 100kW installed open motors needs to be inspected every third month. If we agree that a drop of at least 20% of the charge must be indicated when lost through a small leak, the detector sensitivity then needs to be at least 0,02 ppm.

A system with very high sensitivity and also at the same time a good separation from other gases is expensive. Without a good separation the system will fall into disuse due to false alarms. These systems cost 10-20K Euro or more.

Derudover vil et havari (tab p.g.a. stor lækage) slet ikke blive opfanget i tide, således at man kan nå at stoppe lækagen.

Omkostningerne ved køb af lækagedetektorer er ikke ubetydelige. Hvis detektionsgrænsen skal være i nærheden af 1 ppm, er prisen (uden installation) ca. 5000 Euro. Hertil kommer hyppige kontroller af sensorer, der ofte skal kalibreres hver 3. måned for at holde den høje nøjagtighed.

Der markedsføres dog detektorer med en detektionsgrænse på ned til 0,02-0,03 ppm. Disse koster dog 5-10 gange mere, altså i størrelsesordenen 25.000 til 50.000 Euro. Hertil kommer udgifter til kalibrering. Et krav om installation af sådanne synes derfor temmelig uproportionalt, og vil i praksis kunne virke som et de facto forbud, da anlægsejerne vil søge at vælge andre, billigere løsninger. I øvrigt skal det understreges, at disse detektorer stadig ikke vil kunne forhindre havarier eller store pludselige tab.

Det skal i denne forbindelse understreges, at så lave detektionsgrænser vil give en mængde falske alarmer med voldsomt forøgede omkostninger til tilkaldevagt m.m.

Derudover skal mindes om, at der vil være løbende omkostninger forbundet med lækagedetektion. For at der overhovedet skal være en effekt, vil det være nødvendigt – ud over periodevise tilsyn og check af detektoren, således at den altid er funktionsdygtig - med et døgnberedskab, således at der kan rykkes ud med få minutters varsel.

En fyldning på 500 kg kan mistes på under 15 minutter, hvilket i praksis vil sige, at lækager på hovedrør af en given størrelse næppe kan reddes, selv om køleteknikerer får en alarm. De lækager, der herudover giver anledning til de største tab, er små sivende lækager, der giver en så lille mængde, at de vil ligge langt under det detekterbare.

Hertil kommer, at langt den største del af et supermarkeds kølemiddelholdige dele ligger uden for maskinrummet, hvor det meget vanskeligt lader sig gøre at detektere en lækage. Der kan være tale om ganske lange rørstrækninger – op til adskillige hundrede meter. Hvis der skal være en effektiv dækning af hele anlægget, vil det derfor være nødvendigt med installation af en række detektorer, hvilket i praksis ikke vil være realistisk, da det vil være et krav for funk-

tionsdygtighed, at der sker et vist flow af luft henover detektoren. En placering i rørsystemer under gulv vil derfor kræve installation af ventilation med deraf forøget energiforbrug, hvilket vil nedsætte hele anlæggets energieffektivitet betydeligt. Derudover vil dette være en meget omkostningstung investering, både med hensyn til installation og løbende udgifter til kalibrering, testning m.m.

Energiforbrug

Netop energiforbruget for anlæg baseret på alternativer sammenholdt med HFC-baserede anlæg er et andet centralt spørgsmål i forbindelse med den danske regulering. Der er fra flere sider rejst tvivl om, hvorvidt alternativerne til HFC-baserede køleanlæg er bedre energimæssigt.

Det skal endnu engang understreges, at energiforbruget ikke alene afgør, hvilken type anlæg der er mest fordelagtigt miljømæssigt.

Det er ikke bare vigtigt, men af afgørende betydning, at det samlede udslip af drivhusgasser fra dels det direkte udslip af kølemiddel (omregnet til CO₂-ækvivalenter) samt det indirekte udslip via energiforbruget, ikke stiger ved anvendelsen af HFC-fri teknologi (idet der her ikke engang er taget højde for energiforbruget ved produktion og destruktion af de industrielt fremstillede kølemidler som HFC'erne). Netop af denne grund er de mellemstore anlæg (mellem 0,150 kg og 10 kg) undtaget fra det danske forbud. Grundlaget for dette kan findes i rapporten "Evaluation of the possibilities of substituting potent greenhouse gases (HFCs, PFCs and SF₆), Environmental Project no. 771, 2003", som er en oversættelse af den tilsvarende rapport på dansk fra 2001". Der er i denne foretaget beregninger, der viser, at det samlede udslip af drivhusgasser vil være større for mindre anlæg, der har en lækage på f.eks. 5% på årsbasis, mens det samlede udslip af drivhusgasser er større for anlæg over 10 kg HFC med en lækage på 10% (se dokumentation for denne lækagerate ovenfor).

Det blev forudsat, at anlæg med en kølemiddelfyldning > 150 g kulbrinter ikke umiddelbart vil blive tilladt opstillet i områder med offentlig adgang p.g.a. mulig eksplosionsfare. Miljømæssigt attraktive enheder i denne størrelse baseret på CO₂ var endnu ikke udviklet ved reglernes ikrafttrædelse. Udviklingen er også på dette felt gået meget stærkt, og det ser ud til at der på nuværende tidspunkt er ved at ske gennembrud med hensyn til introduktion af alternativer (jf. Umwelt Bundes Amts rapport fra 2004, se senere afsnit). Disse oplysninger vil indgå i en vurdering af mulighederne for en eventuel revision af de danske regler, se også senere.

Det fremgår af den danske rapport på side 56, at:

"A refrigeration system using HFC refrigerants contributes to the green house effect in two ways: the indirect contribution from the production of the electricity, which is used for operating the system. In Denmark, this amounts to approx. 0.78 kg CO₂ per kWh. In addition, the direct contribution from the emission of refrigerant could be mentioned.

The sum of the two contributions makes the total. In Denmark and abroad, calculations of the entire contribution from many different refrigeration systems have been made.

If systems using natural refrigerants which use less energy than similar HFC systems can be used, the matter is clear: Systems with natural refrigerants are the most environmentally friendly solution when it comes to the greenhouse effect.

Those places, where direct refrigeration with natural refrigerants or semi-direct refrigeration can be used, the energy consumption will in general not be higher than of similar HFC systems. These systems will therefore be advantageous seen from an environmental point of view.

Indirect refrigeration with a brine (e.g. a water/glycol mixture) will generate a loss because of the necessary heat exchange between the primary and the secondary refrigerant. In that way, the energy consumption will be a little higher because of the demand for lower evaporating temperatures. This results in slightly higher energy consumption for the compressor. In addition, pumping efforts for the secondary refrigeration system should be mentioned. On the other hand, there will be less pressure losses in the suction valve at the direct system. In total, direct refrigeration will cause a slightly higher energy consumption in the size of 10%.

Concerning large integrated systems (like those in supermarkets), the entire contribution (CO₂ from electricity production and emission of refrigerant) to the greenhouse effect will be less for these systems (cf. calculation in enclosure 2) and other similar calculations (cf. enclosure 1). The reason for this is the large leakage and the large charge in e.g. supermarket systems.

When speaking about small and more compact systems (below 20 kW cooling capacity and approx. 10 kg. charge), the situation is different, as the energy consumption of indirect refrigeration still is somewhat higher (approx. 10%). However, the leakage rate of these systems is smaller than that of larger and more complicated systems. Consequently, it is not clear whether the use of natural refrigerants used with indirect refrigeration will be more environmentally friendly as these small commercial refrigeration systems are concerned.

A comparison between direct refrigeration systems using R404A and indirect refrigeration with propane/brine can be seen from enclosures 2 and 3. The comparison is based on a small compact refrigeration system (10 kW for refrigeration and 5 kg of charge).

According to Enclosure 2, a leakage rate of 10 % is preconditioned; however, the propane system presents the smallest contribution to the greenhouse effect.

According to enclosure 3, the leakage rate has changed to 5% per year, and the result is in favour of the HFC system.

It appears that the use of small compact refrigeration systems enables a minimisation of the leakage rates by 5 % p.a. In Denmark, the total emission from small compact HFC systems with a cooling capacity below 20 kW and a charge below 10 kg with direct refrigeration is estimated to be below the emission from a similar refrigeration system with indirect refrigeration”

Det skal understreges endnu engang, at energiforbruget for alternativerne med hensyn til de større anlæg i dag er lavere end de HFC-baserede anlæg. F.eks. kan det nævnes, at ovennævnte beregninger er foretaget på anlæg, der ikke anvender CO₂ (men propan og en sekundær brine). I dag benyttes ofte CO₂ i lavtrinnet i kaskadeanlæg, og dette gør forskellen endnu mere markant p.g.a. CO₂'s tekniske egenskaber som kølemiddel.

Som det fremgår af Danmarks svar fra december 2004, er der i Danmark i 2003 foretaget en sammenligning mellem supermarkedsanlæg baseret på HFC og alternativer (CO₂). Resultaterne fremgår af rapporten ”Comparisons of Energy Consumption for Refrigeration in Supermarkets, Environmental Project no. 951, 2004”. Formålet med projektet har været at sammenligne energiforbruget til køling i fire supermarkeder af sammenlignelig størrelse men med forskellig opbygning af køleanlægget. To af supermarkederne har nyudviklede kaskadeanlæg med CO₂ i lavtemperaturtrinnet og R404A i højtemperaturtrinnet og de to andre supermarkeder har konventionelt opbyggede køleanlæg med R404A. Energiforbruget er blevet målt over en periode på 5 måneder (1/8 til 31/12 2003), og der er korrigeret for forskelligheder i butikernes opbygning og der er sammenlignet i forhold til med kondensationstemperatur m.m.

Det konkluderes i rapporten (side VI), at:

”For the cascade systems the energy consumption of the circulation pump for the flooded evaporators is approximately 10% of the total energy consumption. It is possible to reduce the energy consumption of the circulation pump by adjusting the capacity of the pump to the needs. At present the pump is running at full capacity independently of the actual need.

The over-all conclusion from the comparisons is that the new cascade systems have an energy consumption equal the energy consumption of a well dimensioned conventional refrigeration system and that it is possible to lower the energy consumption of the cascade system by implementing a control strategy for the circulation pump.”

Tilsvarende er konklusionen på side 58 i Umwelt Bundes Amts rapport fra 2004, at

”Two-circuit systems using halogen-free alternatives show a better TEWI value, even when the above mentioned high energy consumption rates are used as a basis of the calculation. As described in Chapter 3.3, TEWI reflects both indirect emissions (energy consumption) and direct emissions (refrigerant). The result therefore depends not only on the energy consumption rate but also on the assumed emission rate of the system (which includes emissions that occur during production, regular emissions, and irregular emissions that are

triggered by system failures or accidents). The emission rates of HFC-based direct evaporation systems amount to 5 % and more. Therefore it can be assumed that they have a less favourable TEWI value [Harnisch et al. 2003].”

Konklusionen (side 65) i den svenske rapport ”Effektivare Kyla – En inventering” udarbejdet i 2004 af Royal Institute of Technology og med bl.a. deltagelse af kølebranchen konkluderer følgende:

” The operation and the analysis of the existing plants proved that CO₂ could be successfully used as an alternative for the artificial refrigerants within the application of refrigeration in supermarkets. In addition to the obvious environmental advantages by using such systems, an extra economical gain compared to some of the traditional systems was observed during the installation and running of the CO₂ plants. The operation experience of the CO₂ systems, mostly the indirect, proved the systems are reliable and CO₂ is safe to handle.

Nowadays, the three CO₂ system solutions exist where the availability of components facilitated more flexibility in the choice of the solutions. CO₂ in indirect systems is mostly used in the freezing applications at low temperatures and there are possibilities of using it at the medium temperature level. Cascade system consumes less energy and refrigerant charge than the indirect system; the energy consumption performance will be further improved by using CO₂ as the refrigerant at the medium temperature level. At low ambient temperature the trans-critical system operates in a competitive way to the traditional systems.

Most of the investigations made for the CO₂ solutions in commercial refrigeration are based on actual installations which make it hard to make comparison between non-identical systems with different boundaries and operating conditions of the systems in question. Also different variations that can be implemented on a single CO₂ solution are needed to be investigated to find out how, and for which degree, a certain parameter influence the performance of the system. Consequently, system modifications can be implemented in order to conclude an efficient CO₂ solution that fulfils the requirements of supermarket refrigeration. This will give a true indication of the running and installation costs of the different solutions and compare it to traditional systems.”

Der er foretaget energimålinger på både de enkelte installationer samt på restaurantens køleinstallationer som helhed på verdens første HFC-fri McDonald’s restaurant (se artikel: ”The World’s First McDonald’s Restaurant Using Natural Refrigerants”). Konklusionen er på side 9:

”An energy study at two McDonald’s restaurants was carried out. Energy savings on the refrigeration equipment in the HFC free restaurant were found to be approximately 15% on an annual basis. Furthermore, a 33,4 kg charge of HFC has been avoided which with a leakage rate of 7% per year gives a 27% better performance regarding CO₂ emissions (TEWI).

Nedenfor er vist energibesparelserne for de enkelte delanlæg i restauranten:

Table 1: Overview of energy consumption and comparison. A minus shows that the energy consumption is highest in Vejle and vice versa. [The restaurant in Esbjerg is a comparable in e.g. transactions per week and nearby restaurant].

No.	Machine	Esbjerg (no cor.)	Vejle (no cor.)	Savings in Vejle (no cor.)	Savings in Vejle with corrections ¹
	Description	[kWh/ week]	[kWh/ week]	[%]	[%]
-	Total	6830	5983	12.4	-
1	Post-mix	1.8	2.0	-14.9	21.0
2	Juice dispenser	8.4	10.1	-20.5	19.0
3	Shake/sundae	217	144	34.0	23.0
4	Meat freezer	31.4	25.7	18.2	16.0
5	Wall freezer	35.7	30.9	13.4	12.0
6	Ice-cube machine	105.7	74.8	29.2	28.0
7	Salad cooler	16.2	10.9	32.4	31.0
8	Walk-in	318	345	-8.5	-10.8
9	HVAC summer	1648	1559	5.4	7.4
10	HVAC winter	1578	1148	27.2	20.4
-	Total refrigeration equipment (summer)	2383	2202	7.6	-
-	Total refrigeration equipment (winter)	2313	1792	22.5	-

¹ Data is corrected for the following differences between the Restaurants:

- Opening hours and number of transactions
- Data for HVAC is corrected for additional heating
- Correction for the output from the machine (litres of drinks, ice-cream etc.).

Igen viser det, at der findes alternativer med mindst lige så gode energimæssige egenskaber (hvis de endda ikke er markant bedre). Det skal også understreges, at der i dette projekt er tale om nyudviklede anlæg/produkter, hvor der er basis for yderligere optimering.

Adskillige andre undersøgelser viser det samme, nemlig at energiforbruget for køleanlæg baseret på alternativer til de industrielle drivhusgasser har mindst lige så godt et energiforbrug som de HFC-holdige anlæg, hvilket betyder et samlet lavere udslip af drivhusgasser.

Opmærksomheden henledes også på IPCC/TEAP's rapport fra 2005 "Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System". Af udkastet til denne rapport (der offentliggøres medio 2005 uden ændringer) er den samlede konklusion for CO₂-anlæg til kommerciel køling (side 4-6): *"Carbon dioxide is being evaluated in direct systems for both low and medium temperature applications, and in cascade systems with carbon dioxide at the low temperature stage and ammonia or R-404A at the medium stage temperature. Thirty of the cascade systems have been installed in supermarkets, with initial costs and energy consumption reported to be similar to R-404a direct expansion systems."*

Dette er i overensstemmelse med de danske erfaringer som nævnt oven for.

For ammoniak anlæg er konklusionen i IPCC/TEAP's rapport (side 4-26), at "excellent energy efficiency can be achieved with ammonia systems if properly designed", men her skal det retfærdigvis tilføjes, at anlægsomkostningerne p.t. vurderes at være i størrelsesordenen 20-30 % højere.

Tabel 4.10 fra IPCC/TEAP's rapport giver et overblik over de fundne resultater, når der ses på den samlede udledning som LCCP værdier (Life Cycle Costs and Performance). Den efterfølgende tekst beskriver tabellens resultater nøjere (tekst hentet fra IPCC/TEAP).

Table 4.10. Full supermarket systems LCCP values

Configuration	Refrigerant Emissions	Energy	LCCP, in tCO ₂ -eq/yr		
	% of charge/yr	Consumption	Indirect	Direct	Total
Direct Expansion (DX)	30%	baseline	122	183	305
DX (Harnisch et al. data)	11.5%	baseline	122	70	192
DX distributed					
75% charge reduction	6.5%	baseline	122	10	132
Sec. Loop R404A					
80% charge reduction	6.5%	baseline + 15%	140	8	148
Sec. Loop propane					
80% charge reduction	6.5%	baseline + 10%	134	0	134
Sec. Loop ammonia					
80% charge reduction	6.5%	baseline + 15%	140	0	140
DX R404A and DX CO ₂					
50% charge reduction	6.5%	baseline	122	20	142
DX CO ₂ /CO ₂	11.5%	baseline + 10%	134	0	134

"The number of available publications giving TEWI or LCCP data for commercial refrigeration systems is limited, but the number is growing rapidly. Harnisch et.al. (Harnisch et al., 2003) calculated the LCCP for several different systems for full supermarket refrigeration systems in Germany using a straightforward model taking production, emissions and energy usage into account. CO₂ emissions from power production were calculated using an average mission factor of 0.58 kg CO₂/kWh. The transparent method to evaluate various systems suggested enables sensitivity analysis using other literature references referred to in this report. Table 4.10 presents characteristic figures from Harnisch et.al. and compares these to calculated results based on representative data from other literature references. The data used for the table are selected as follows: The 30% emission is based on Palandre, 2004; the 11.5% and 6.5% emission scenarios are based on (Harnisch, 2003, Bivens, 2004, Baxter, 2003, ADL, 2002). The 11.5% and 6.5% emissions represent 10% and 5% emissions per year, with 15% end-of-life recovery loss apportioned over a 10 year lifetime. Energy consumption figures are extracted from (Harnisch, 2003, Haaf, 2002, Girotto, 2003, Baxter, 2003). It is clear that several different alternatives give reductions in CO₂ equivalent emissions of the same order, also for an HFC alternative if the annual emission rate can be as low as 5%. If a 5% lea-

kage is possible the dominating contribution from most systems is in fact indirect effect due to power production.”

En af de dominerende producenter i Europa, tyske Linde, har i ”Die Kälte & Klimatechnik 2/2005 præsenteret forholdet mellem energieffektivitet og udendørs temperaturen for CO₂ og R-404A. Først når temperaturen kommer op omkring 28 °C, bliver CO₂ dårligere. Dette er vigtigt i Danmark, da temperaturen kun ganske få dage om året overskrider de 28 °C.

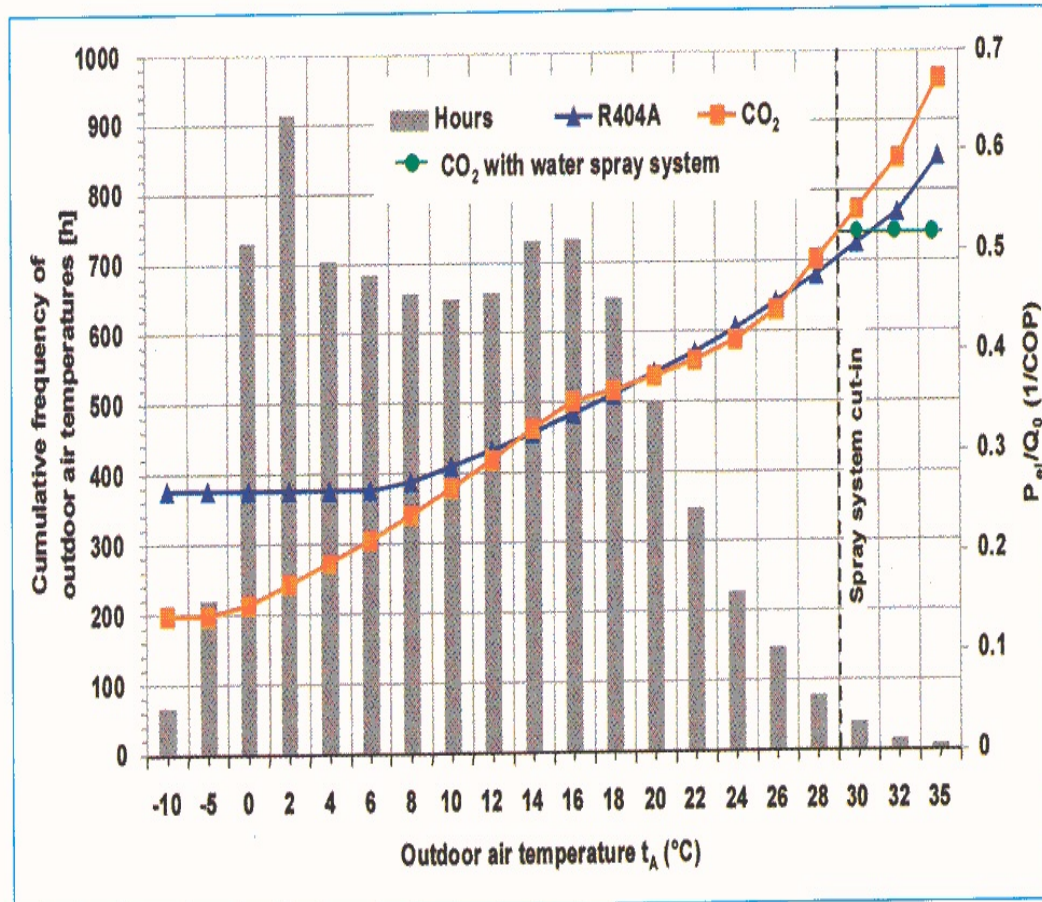


Fig. 5 Comparison of R404A and CO₂ for energy efficiency (medium-temperature refrigeration, single-stage compression, direct expansion, no heat recovery)

Dette understøtter, at CO₂ er et fremragende energieffektivt kølemiddel under danske forhold.

Det skal i øvrigt bemærkes, at Linde har udviklet et spray-system, der bevirker, at energiforbruget også ved temperaturer over 28 °C er til gunst for CO₂. Linde konkluderer (side 6 i vedlagte særtryk), at *"From the measurements already obtained it appears entirely realistic that a CO₂ direct expansion system can be operated for medium-temperature refrigeration at an energy consumption level comparable to that of an R404A system."*

Også det tyske UBA kommer til samme resultat med hensyn til supermarkedsanlæg. Det siges i Umwelt Bundes Amts rapport fra 2004 på side 61, at *"Today, HFC free systems are already state-of-the-art. In most cases, it is possible to use halogen-free refrigerants. This would enable a 100% reduction of HFC charges and HFC emissions. Based on current emission rates, the TEWI of HFC-free systems is more favourable than the TEWI of other systems. HFC substitution will therefore achieve the biggest reduction of greenhouse gas emissions. Furthermore, there is some indication that some of the systems, which have only recently been placed on the market, have additional potential for optimisation."*

Anvendelsen af HFC i fødevarerindustrien anses også af det tyske UBA for unødvendig, idet ammoniak er state-of-the-art og energimæssigt det bedste kølemiddel. Det fremgår på side 65, at: *"Several years ago, R 22 and ammonia were the traditional refrigerants in the food industry. After the prohibition of R 22, only ammonia now remains. Ammonia-based systems are very economical and energy-efficient. The use of HFCs as refrigerants in the food industry is negligible and not necessary, as they are not economical in this area of application."*

In future, CO₂ will gain more importance as refrigerant in the low-temperature range. The first CO₂/ammonia-based units have proved their economic efficiency and are state-of-the-art today.

It is important that cost comparisons also include investment costs and operational costs. Only then may it become evident that in the long run and in certain cases HFCfree systems are the better alternative.

Tilsvarende gælder ifølge UBA for anvendelsen af kølemidler i den kemiske og farmaceutiske industri, at der kun i yderst få tilfælde er behov for halogenholdige kølemidler (side 67).

Også for air-condition af bygninger konkluderes det (side 88), at *"Today HFC-free systems for the air-conditioning of buildings are considered to be state-of-the-art."*

[...]

The selection of a suitable system (compression system, absorption system or adsorption system) mainly depends on the overall concept and on available energy and heat sources. Is a liquid chiller the preferred technical option, a suitable compressor needs to be selected (piston, screw, turbo compressor). The selection depends on the required cooling capacity. For cooling capacities above 100 kW (with certain limitations also

below 100 kW), HFC-free solutions are available.

The investment costs of ammonia-based liquid chillers are slightly higher than conventional HFC technology. These additional costs can often be compensated by lower operational costs (reduced energy consumption etc.). The use of ammonia is therefore often beneficial, also from an economic point of view. However, a detailed assessment can only be made on the basis of a comprehensive economic feasibility study. From an ecological point of view, the use of ammonia as opposed to HFCs is thought to be positive.

Turbo chillers using water as refrigerant have up to now not been able to compete successfully with HFC units. This is because they are produced in small numbers only and their investment costs are higher. From an ecological point of view, however, they pose an interesting and forward-looking technique. Their energy efficiency is as high as the energy efficiency of HFC units or even higher. Additionally, with each turbo chiller it is possible to replace a very large amount of HFCs (refrigerant). [...]

For mindre anlæg konkluderes det på side 54 i Umwelt Bundes Amts rapport fra 2004, at:
"The development of CO₂ compressors for plug-in appliances (appliances with small cooling capacities) is an enormous step forward. The new technology is not expected to entail additional costs..... Due to their high energy-efficiency, HFC-free systems will contribute to a reduction of total greenhouse gas emissions. When used in plug-in appliances, hydrocarbons too will in future be able contribute to a reduction of greenhouse substances and their emissions, provided the allowable charges of flammable refrigerants can be elevated from 150 g to 500 g without any additional safety risks. The use of hydrocarbons in plug-in systems with refrigerant charges of up to 150 g is today state-of-the-art. In these systems hydrocarbons can already replace HFCs."

Samlet må det derfor konkluderes med stor sikkerhed, at anlæg, der anvender alternativer til HFC, har mindst lige så gode, hvis ikke bedre, energimæssige egenskaber sammenlignet med de HFC-holdige anlæg. Dette er af afgørende betydning for vurderingen af egnetheden, idet det samlede udslip af drivhusgasser omregnet til CO₂-ækvivalenter dermed bliver formindsket ved anvendelsen af alternativerne til HFC.

Det danske kølemarked:

Kølemarkedet i Danmark er præget af flere grossister, der leverer forskellige komponenter til de autoriserede kølefirmaer via import af en række af de vigtigste komponenter som kompressorer, varmevekslere m.m. Der findes enkelte større kølefirmaer som York, der selv importerer komponenter (og tillige derfor også fungerer som grossist), men hovedparten af de danske virksomheder er generelt små virksomheder med 1-5 ansatte, der samarbejder med grossisterne.

De danske grossister og installatører er derfor i meget stor udstrækning afhængige af, at der udvikles centrale komponenter til naturlige kølemidler uden for Danmarks grænser. Der er tale om komplicerede anlæg sammensat af en lang række enkeltkomponenter ofte fra forskellige udenlandske producenter.

Komponenter:

Der findes i dag en lang række komponenter til HFC-fri køleanlæg på markedet, og disse leveres fra de producenter, der allerede er en integreret del af det europæiske marked.

Producenterne er placeret bredt over Europa (Italien, Frankrig, UK, Danmark, Tyskland m.fl.), og der er en intens konkurrence for at kunne levere komponenterne til flere og flere applikationer. Som det ser ud i dag, er leverandørerne af komponenter til alternativerne til HFC stort set de samme, der leverer de centrale komponenter til de traditionelle HFC-holdige køleanlæg.

Det danske marked er sammenligneligt med det svenske. I den svenske rapport Effektivare Kyla – En inventering 2004, er der en karakteristik af komponentmarkedet jf. nedenstående citat fra side 60:

”System components.

In the early stage of using carbon dioxide in Sweden and under the conditions in the CO₂ indirect cycle, standard refrigeration devices efficiently handled CO₂. The pressure within the CO₂ indirect cycle was designed to be around 25 bars. This pressure level and the fact that CO₂ is chemically non-reactive made it possible to use standard refrigeration components to handle it. The heat exchangers that have been used are of that type that exists on the market. An important requirement was that within the CO₂ indirect cycle no lubricant exists. The valves and the pumps were selected to satisfy the requirement of handling an oil free working fluid.

The pumps that have been used for the CO₂ circulation are usually the ones that are designed to handle ammonia. Ammonia is usually used in large-scale applications; therefore, small capacity ammonia pumps are difficult to find. Finding pumps that can effectively handle CO₂ is not usually the challenge but to match the required capacity is usually the problem. The very small pressure drop of CO₂ in the indirect circuit makes the usage of large pumps viable with very low power consumption, while the main drawback is in the higher installation cost compared to if pump with proper capacity have been used.

Most of the components that are used in the indirect and cascade CO₂ systems are available in the market with design pressure of 40 bars (corresponds to about 6 °C), which is satisfactory enough for CO₂ to operate within the limits of the cascade and indirect systems. The high operating temperature of the low stage in a cascade system is about –8 °C. In the cascade system, it is recommended to use components at the evaporator side with the same design pressure as the high side to stand the pressure rise in case if the CO₂ compressor is not in opera-

tion. For the carbon dioxide charging connection it is recommended to use components with 90 bars of design pressure (Blackhurst 2004).

The selection of CO₂ compressor became relatively easier with several manufacturers in the market of CO₂ compressors. Several compressor types with wide selection of capacities are produced by companies like Dorin (figure 31), Bock, Bitzer, Copeland, Mycom, York, and Grasso.

The trans-critical cycle requires components that can stand much higher pressure and a gas cooler that can stand up to 130 bars is reported to be already available in the market (Giroto 2004).”

Det er således tydeligt, at stort set alle de betydende europæiske producenter er i stand til at levere komponenter til alternativerne til HFC.

Som det også fremgik af Danmarks oprindelige svar fra december 2004, har det især været europæiske producenter, der har øjnet muligheden for at udvikle et nyt marked, men også japanske producenter har taget udfordringen op. Blandt utallige eksempler kan nævnes, at der inden for det kommercielle og industrielle segment er opstillet anlæg med kompressorer fra Bitzer (DE), Bock (DE), Dorin (IT), York (DK), GEA (DE), Micom (JA) og flere andre. På varmevekslersiden kan SWEP (SE), Alfa Laval (SE), ECO (IT), Güntner (DE), Goedhart (NL) og mange andre levere varmevekslere til naturlige kølemidler, og endelig kan flere ventilproducenter – bl.a. Danfoss (DK), Siemens (DE) og Herl (DE) - levere ventiler til naturlige kølemidler. På nogle områder er udbuddet stadig lille, men udbuddet følger lige efter den stadig stigende efterspørgsel.

Som en tydeliggørelse af, at der i Danmark forhandles komponenter til HFC-frie anlæg fra en række både danske og udenlandske producenter inden for det kommercielle og industrielle segment er her udarbejdet en (ikke udtømmende) liste primært hentet fra hjemmesiden <http://www.naturlige-koelemidler.dk>, som er et resultat af et ”Renere Produkt” projekt finansieret af Miljøstyrelsen. Hjemmesiden giver mulighed for alle importører, producenter, grossister m.fl. til at få nævnt deres produkt med en henvisning til yderligere informationer under de forskellige kategorier:

Kompressorer fra Bitzer (DE), Bock (DE), Dorin (IT), York (DK bl.a.), GEA (DE), Micom (JA), Danfoss (DK), Saginomiya (JA)

Varmevekslere fra SWEP (SE), Alfa Laval (SE), ECO (IT), Güntner (DE), Goedhart (NL)

Ventiler m.m. fra Danfoss (DK), Siemens (DE) og Herl (DE)

Kondensatorer fra In-Therm A/S (DK)

Chillerunits fra York Refrigeration (International), Bundgaards Køleteknik (DK), Søborg Køleindustri (DK)

Der gøres opmærksom på, at hjemmesiden naturligt nok er rettet mod det danske marked, og at der derfor er en vis overvægt af danske leverandører, som dog stadig benytter udenlandske komponenter i deres chillerunits.

Derudover findes der en lang række aktører på EU-markedet herunder ikke mindst den største leverandør af større køleanlæg (bl.a. supermarkeder) Linde AG.

Konklusion

Samlet set fastholder den danske regering stadig, at den danske regulering er nødvendig og proportionel, når alle aspekter af sagen inddrages. Regeringen håber ved denne uddybning at have bidraget til at få klargjort vigtige elementer i sagen og opklaret eventuelle misforståelser.

Regeringen står naturligvis stadig til rådighed, såfremt Kommissionen har eventuelle opklarende spørgsmål, herunder også hvis Kommissionen ønsker at aflægge et besøg på et eller flere af de anlæg, der er beskrevet.

./. Vedlagt er de publikationer, der ikke tidligere er sendt til Kommissionen i forbindelse med det tidligere svar fra december 2004. Det drejer sig om følgende:

- Institute for European Environmental Policy, 2005: Is STEK as good as reported?
- Linde, 2005: Worldwide novelty: Medium temperature with CO₂ (Separate print from KK Die Kälte & Klimatechnik Edition 2/2005-07-05)
- IUC & KTH, 2004: "Effektivare Kyla, En inventering"
- IPCC/TEAP: "IPCC/TEAP Special Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons, Final Draft", kun "Chapter 4: Refrigeration" er vedlagt. Hele rapporten kan p.t. findes på <http://www.ipcc.ch/meet/session23/doc2b.pdf>

Bilag 1

Nedenstående er bilag 1 fra rapporten ” Revurdering af emissioner fra kommercielle køleanlæg, transportkøl og mobile A/C”.

Fyldning	Påfyldt mængde	Tab	Alder	Bemærkninger
Anlægsfyldning på 1 anlæg 90 kg.	Påfyldning 80 kg.	30% pa	Byggeår 1998	
Anlægs mængde på 1 anlæg 205 kg	Påfyldning 159 kg.	25,8% pa.	Byggeår 1995	Parallelanlæg.
Anlægs mængde på 1 anlæg 100 kg.	Påfyldning 77,5 kg.	25,8% pa.	Byggeår 1994	Boosteranlæg.
Anlægs mængde på 3 anlæg 24 kg.	Påfyldning 9 kg.	12,5% pa.	Ukendt byggeår	Ældre anlæg.
Ikke besøgt.				
Anlægs mængde 36,5 kg på 7 anlæg	Påfyldt 12,5.	11% pa	Byggeår 1979-95	
Anlægs mængde 29 kg på 4 anlæg	Påfyldt 15 kg.	17% pa.	Byggeår 1979	
Anlægs mængde 68 kg på 2 anlæg.	Påfyldt 9,2.	4,5% pa.	Byggeår 2000	
Anlægsfyldning 60 kg på 7 anlæg.	Påfyldt 25 kg.	14% pa.	Byggeår 1979-99	
Anlægsfyldning 42 kg på 7 anlæg.	Påfyldning 26,5.	21% pa.	Byggeår 1970-99	
Anlægsfyldning 45 kg på 9 anlæg.	Påfyldning 19 kg.	14% pa.	Primært 1975	
Ikke besøgt.				
Anlægsfyldning 45 kg.	Påfyldning 14 kg. Aftapning 8 kg.	4,4 % pa.	Ukendt	Ældre anlæg
Anlægsfyldning 27 kg på 4 anlæg.	Påfyldning 8 kg.	10% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 23 kg på 5 anlæg.	Påfyldning 49 kg.	71% pa	Byggeår 1998-01	
Anlægsfyldning 125 kg på 2 anlæg	Påfyldning 124 kg. Aftapning 57 kg	18 % pa.	Byggeår 2000	Der var foretaget retrofit inden opsætningen af nyt anlæg.
Anlægsfyldning 53 kg på 9 anlæg.	Påfyldning 27 kg.	17% pa	Byggeår 1975-98	
Anlægsfyldning 22,5 på 4 anlæg	Påfyldning 4 kg.	6% pa.	Byggeår 1977-99	
Anlægsfyldning 53,5 på 7 anlæg.	Påfyldning 11 kg.	7% pa.	Byggeår 1979	Alle anlæg fra 1979
Anlægsfyldning 50,5 kg	Påfyldning 28 kg.	18% pa.	Ukendt	Ældre anlæg
Anslået tidligere fyldning 50 kg.	Påfyldning 26,5 kg.	17,5% pa.	Nyt anlæg 2001.	Alle data vedrører det gamle anlæg
Ikke besøgt.				
Anlægsfyldning 48 kg.	Påfyldning 21,5 kg.	15% pa.	Primært 1970	
Anlægsfyldning 42 kg.	Påfyldning 2 kg.	1,5% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 97 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 59,5 kg.	20% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 100 kg på primært et anlæg.	Ingen påfyldning.	0%	Byggeår 1996	
Anlægsfyldning 24 kg på 3 anlæg.	Påfyldning 3,5 kg.	5% pa.	Byggeår 1994-97	
Anlægsfyldning 41,5 kg på 7 anlæg.	Påfyldning 13 kg.	10% pa.	Byggeår 1991-95	
Anlægsfyldning på 16 anlæg heraf to store 204 kg.	Påfyldning 63 kg.	9% pa.	Byggeår 1996	

Fyldning	Påfyldt mængde	Tab	Alder	Bemærkninger
Anlægsfyldning 108 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 7,3 kg.	2% pa.	Byggeår 2000	
Anlægsfyldning 195 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 6,5 kg.	1% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 56 kg på 6 anlæg.	Påfyldning 9 kg.	5,4% pa.	Byggeår 1974	
Anlægsfyldning 413 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 235 kg.	19% pa.	Byggeår 1980	
Anlægsfyldning 61,5 kg på 8 anlæg.	Påfyldning 4 kg.	2% pa.	Byggeår 1979	
Anlægsfyldning 159,5 kg på 6 anlæg, heraf 1 med 150 kg.	Påfyldning 34 kg.	7% pa.	Byggeår 1993-00	
Anlægsfyldning 150 kg på 1 anlæg.	Påfyldt 48 kg, 30 kg og 46 kg.	28% pa.	Byggeår 1996	Indberetninger taler kun om 2 kg. Ifølge tilsynsbøger var anlægget utæt i 97, 99 og 01,
Anlægsfyldning 157,6 kg på primært 1 anlæg.	Påfyldning 82 kg.	17,3% pa	Byggeår 1994-00	
Anlægsfyldning 97,5 kg på 12 anlæg.	Påfyldning 33 kg.	11% pa.	Byggeår 1965-89	
Anlægsfyldning 158 kg på 17 anlæg.	Påfyldning 99,7 kg.	21 % pa.	Byggeår 1976-00	
Anlægsfyldning 60 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 78 kg.	43% pa.	Ukendt	Nyt anlæg
Anlægsfyldning 115 kg 1 anlæg.	Påfyldning 40 kg.	11,6% pa.	Byggeår 1980	
Anlægsfyldning 107 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 6 kg.	2% pa.	Byggeår 1980	
Anlægsfyldning 115 kg på 1 anlæg	Påfyldning 55 kg.	16% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 102 kg på primært 1 anlæg.	Påfyldning 90 kg.	29% pa.	Byggeår 1998	
Anlægsfyldning 111 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 1 kg.	0,3% pa.	Byggeår 2000	
Anlægsfyldning 115 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 120 kg. Over 3 gange.	34,8% pa.	Byggeår 1999	
Anlægsfyldning 82,2 kg på 10 anlæg.	Påfyldning 30 kg.	12% pa.	Byggeår 1979	
Anlægsfyldning 96 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 5 kg.	1,7% pa.	Byggeår 2001	Påfyldning skete på det gamle anlæg.
Anlægsfyldning 110 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 165 kg.	50% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 145,5 kg på 14 anlæg heraf 2 store.	Påfyldning 28,85 kg.	6,6% pa.	Byggeår 1990-00	
Anlægsfyldning 105 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 217 kg.	69% pa.	Byggeår 1999	
Anlægsfyldning 125 kg på 2 anlæg.	Påfyldning 151 kg. Aftapning 80 kg.	19 % pa.	Byggeår 2000	
Anlægsfyldning 105 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 60 kg.	19% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 86 kg på 12 anlæg.	Påfyldning 14 kg.	5,4% pa.	Byggeår 1970-93	
Anlægsfyldning 58 kg på 5 anlæg.	Påfyldning 135 kg.	77,6% pa.	Byggeår 1993	2 anlæg er meget små. Data er usikre.
Anlægsfyldning 65 kg på 8 anlæg.	Påfyldning 90 kg.	46% pa.	Byggeår 1991-93	
Anlægsfyldning 92 kg på primært 1 anlæg.	Påfyldning 4 kg.	1,4% pa.	Byggeår 1996	
Anlægsfyldning 125 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 94 kg.	25% pa.	Byggeår 1990	
Anlægsfyldning 121 kg på 1 anlæg.	Påfyldning 50 kg.	13,8 % pa.	Byggeår 1990	