



Naturliga köldmedier

Exempel på lyckade installationer

Naturliga köldmedier

Exempel på lyckade installationer

BESTÄLLNINGAR
Ordertelefon: 08-505 933 40
Orderfax: 08-505 933 99
E-post: natur@cm.se
Postadress: CM-Gruppen
Box 1110 93
161 11 Bromma
Internet: www.naturvardsverket.se/bokhandeln

NATURVÅRDSVERKET
Tel: 08-698 10 00 (växel)
Internet: www.naturvardsverket.se
Postadress: Naturvårdsverket
106 48 Stockholm

ISBN 91-620-5326-4.pdf
ISSN 0282-7298

Elektronisk publikation

Omslagsbild: Ystads sjukhus
Fotograf: Jacob von Post, Helsingborg

© Naturvårdsverket 2003

Förord

Rapporten beskriver exempel på lyckade installationer med naturliga köldmedier, huvudsakligen i södra Sverige. Den vänder sig i första hand till brukare och ägare av kylanläggningar. Syftet är att väcka intresse för naturliga köldmedier och visar att det finns många väl fungerande system i drift idag med denna typ av köldmedier. Naturliga köldmedier kommer, främst av miljöskäl, att få större betydelse i framtiden. Vidare beskrivs några metoder för värdering av miljöpåverkan och livstidskostnad samt allmänna frågeställningar, lämpliga att ta hänsyn till, när man står i begrepp att göra en förändring, eller nyinstallation, av kylanläggningar.

Morgan Runesson, REFCON AB, Lund står bakom rapportens innehåll och svarar själv för angivna uppgifter.

Stockholm i november 2003
Naturvårdsverket

Innehållsförteckning

Bakgrund.....	6
Allt tunnare ozonskikt (Ref. 1)	6
Trender och prognoser (Ref. 1).....	6
Mätetal för ozonskiktuttuning och växthuseffekt	7
Naturliga köldmedier	8
Varför naturliga köldmedier?.....	8
Energieffektivitet	8
Miljövärdering och energivärdering	9
Total Equivalent Warming Impact, förkortat TEWI.....	10
Life Cycle Cost, förkortat LCC.....	10
Ammoniak	11
Varför ammoniak?	11
Exempel på anläggningar med ammoniak	12
Isbanor	12
Luftkonditionering - Kontor och Högskola.	13
Luftkonditionering - Kontor.....	13
Processkyla - Grossist Frukt och Grönsaker	14
Processkyla - Charkuterifabrik.....	15
Komfort- och processkyla - Sjukhus.....	16
Luftkonditionering – Tillverkningsindustri	16
Brandfarliga köldmedier	17
Exempel på anläggningar med brandfarligt köldmedium	17
Komfort- och processkyla - Sjukhus. - Installation 1999	17
Komfortkyla - Stadsbibliotek. - Installation 1999	18
Komfortkyla – Stadshall - Installation 1999	19
Komfortkyla - Skola.	19
Kökskyla - Tillagningskök äldreomsorg. - Installation: 1998	19
Kommersiell kyla.....	20
Koldioxid, CO ₂	22

Bakgrund

Nedbrytningen av ozonskiktet och ökningen av växthusgaserna är ett reellt hot för vårt liv på jorden.

Allt tunnare ozonskikt (Ref. 1)

Under de senaste 15 åren har ozonskiktet globalt tunnats ut med cirka 5 %. Över Antarktis är uttunnningen cirka 50 % under vårmånaderna september-oktober. På våra breddgrader har uttunnningen varit 5-10 % under de senaste 20 åren. Mätningar över Norrköping visar på stor variation och någon säker trend har inte kunnat påvisas.

Ozonskiktet behövs eftersom det filtrerar bort skadlig UV-strålning från solen. De främsta negativa effekterna vid exponering för UV-strålning är ökad risk för:

- hudbrännskador och olika former av hudcancer
- nedsatt immunförsvar
- ögonskador, som starr
- skador på ekosystem i vatten och på land
- skador på jordbruksgrödor och skog
- skador på material

Uttunnningen av ozonskiktet beror till stor del på utsläpp de senaste 50 åren av ozonnedbrytande ämnen som innehåller klor och brom: CFC, HCFC, haloner, metylbromid och vissa klorerade lösningsmedel. Ozonnedbrytande ämnen stannar ofta kvar länge i atmosfären och påverkan av utsläppen kvarstår under flera decennier.

Utsläppen av partiklar och vattenånga från flygplan som flyger på hög höjd, samt halten av växthusgaser i atmosfären är exempel på andra faktorer som påverkar ozonskiktets tjocklek.

Köldmedier av typ HFC har ingen ozonpåverkan men kraftig växthuseffekt. Användningen av HFC har ökat kraftigt de senaste åren som ersättningsmedel för de ozonpåverkande gaserna CFC och HCFC. Användning och regelverk för HFC hänger samman med CFC och HCFC, och det är viktigt att avvecklingen av ozonnedbrytande ämnen inte leder till ökade utsläpp av växthusgaser.

Trender och prognoser (Ref. 1)

De senaste bedömningarna av europeiska forskare är att en synlig återhämtning av ozonskiktet över Europa kan observeras tidigast år 2010. En fullständig återhämtning av ozonskiktet kan väntas först år 2050 även om beslutade internationella överenskommelser (främst Montrealprotokollet) följs.

Som en följd av ozonskiktets uttunning har UV-strålningen i Sverige ökat med 7-11 % underperioden 1980-1997.

Mätetal för ozonskiktuttunning och växthuseffekt

För att kvantifiera nedbrytningen av ozonskiktet och utsläpp av växthusgaser används begreppen ODP och GWP.

Ozonskiktsförändring värderas med benämningen Ozon Depletion Potential, förkortad ODP. Referensvärde är köldmediet CFC 11 vilket har ODP - värdet 1.

Växthuseffekten mäts med en koldioxidekvivalent. Den benämns Global Warming Potential, förkortad GWP. Anger vad utsläpp av ett kg aktuellt medium motsvarar i kg koldioxid.

Typiska värden på GWP för idag använda köldmedier av typ HFC är 1100 till 3700 kg CO₂/kg köldmedium.

Sverige har i detta sammanhang varit mycket aktivt. Inom området kylteknik har man sedan 1998 förbjudit nya installationer av ämnen som bidrar till nedbrytningen av ozonskiktet. Från och med år 2000 är det förbjudet att använda CFC-gaser vilka har stor ozonpåverkan. Det var denna grupp av köldmedier som primärt behandlades vid miljökonferensen i Montreal 1987.

Kvar med ozonpåverkan är köldmedier av typ HCFC. Det får fortfarande användas men nyinstallationsstopp infördes 1998 och påfyllningsförbud gäller från och med 2002. HCFC har mycket mindre ODP än CFC-gaserna. Den vanligaste HCFC-gasen är 22. ODP för HCFC -22 är 0,055.

Naturliga köldmedier

Denna benämning avser kemikalier, använda som köldmedier, vilka inte har någon, eller mycket ringa, påverkan på ozonskiktet eller ökar växthuseffekten.

Köldmedier som normalt omnämns som naturliga är:

- Ammoniak
- Kolväten
- Koldioxid
- Vatten
- Luft

Denna rapport beskriver ett antal installationer i drift där man haft goda erfarenheter av ammoniak, kolväten och koldioxid.

Vatten och luft som köldmedium behandlas ej här.

Varför naturliga köldmedier?

Främsta skälen är miljöhänsyn samt sannolik begränsning av användning av traditionella köldmedier i framtiden.

Flera brukare har användning av naturliga köldmedier som ett viktigt led i sin miljöpolicy.

Naturliga köldmedier har ingen påverkan på ozonskiktet. Växthuseffekten är mycket ringa. Ammoniak har ingen växthuseffekt, kolväten för kylsammanslag har GWP 0 till 3 och koldioxid har per definition GWP = 1.

Flera länder i vår omedelbara närhet har infört avgifter baserade på ämnens GWP.

Min bedömning är att vi i framtiden kommer att se restriktioner av användning av de HFC-köldmedier som används idag. Ersättning kommer då huvudsakligen att vara naturliga köldmedier.

Energieffektivitet

För ett gott resultat krävs mer än att använda naturliga, miljövänliga köldmedier.

Minst lika viktigt är att bygga energieffektivt. Innan start av ett projekt där kyla ska installeras eller byggas om är det lämpligt att beakta följande aspekter:

- Upprätta en kravspecifikation som underlag för livscykelanalys.
Ett bra instrument för att ekonomiskt värdera olika tekniska lösningar och driftstrategier.

- Använd frikyla om och när det är möjligt.
Minskar användning av kylmaskinerna. Förlänger kylmaskinernas livstid och sparar driftenergi.
- Värmeåtervinning
Finns det värmebehov i anläggningen kan man antingen återvinna 10 - 15 % av kondensorvärmens med en hetgasvärmväxlare eller hela kondensorvärmens med att höja kondenseringen. Återvinner man hela kondensorvärmens med höjd kondensering ökar slitaget på kylkompressorn och COP sjunker för kylprocessen.
- Dimensionera för högsta möjliga förångning och lägsta möjliga kondensering.
Energieffektiviteten för kylmaskiner är en funktion av skillnaden mellan förångningstemperatur och kondenseringstemperatur. Ju mindre skillnad desto större COP.
I vattenkyld anläggning med flödande system kan man dimensionera för förångningstemperatur 2 - 3°C lägre än utgående köldbärare och kondenseringstemperatur 2 - 3°C över utgående kylmedeltemperatur.
- Beakta att hjälpsystem på systemets kalla sida ökar kyleffektbehovet.
Hjälpsystem är en samlingsbenämning på kringutrustning utanför köldmediekretsen som erfordras för att få en fungerande anläggning. Exempel på sådan utrustning är rörsystem och pumpar för köldbärare och kylmedel, förångare/fläktluftkylare och kondensor/kylmedelkylare mm.
En fläkt i ett kylrum distribuerar nerkyld luft i rummet. För detta drar den elektrisk energi. Den elektriska energin omvandlas dessutom till värme vilken måste kylas bort av kylinstallationen. Alltså får man betala både för den el som fläkten drar och den extra el som måste tillföras kylkompressorn föra att kyla bort fläktens värmealstring.
- Använd, om möjligt, flytande kondensering.
- Var generös vid dimensionering av hjälpsystem.
Merkostnad för större rör och större värmväxlarytor har ofta kort återbetalningstid.
- Behovsstyr så mycket utrustning som möjligt.
Stoppa pumpar, fläktar och kompressorer som inte behövs för tillfället.
- Använd varvvalsstyrda motorer.
Att sänka varvtalet på elektriska motorer är mycket lönsamt.
- Använd miljövänligt köldmedium.

Miljövärdering och energivärdering

Det finns många metoder att värdera med. Inom området kylteknik används framförallt två instrument.

Total Equivalent Warming Impact, förkortat TEWI.

TEWI värderar miljöpåverkan av den energi som används. Den består av två delar, direkt och indirekt bidrag till växthuseffekten. Direkt påverkan är utsläppt köldmedium och återvinningsförluster vid regenerering av förbrukat köldmedium. Indirekt miljöpåverkan är hur producerad drivenergi, normalt el, bidrar till växthuseffekten.

Life Cycle Cost, förkortat LCC.

LCC är en metod att bedöma livstidskostnad. Här tar man huvudsakligen hänsyn till kostnader. Metoden kan innehålla: Investering, underhållskostnad, miljökostnad, driftkostnad. För att kunna beräkna anger man anläggningens livstid, räntesats, energipris, arbetskraftskostnad med mera.

Det kan verka komplext med dessa metoder, men det kommer allt fler datorprogram som underlättar användningen.

Fördelarna med metoderna är att man redan på planerings- och projekteringsstadiet kan jämföra konsekvenser. Dels när det gäller val av köldmedium och dels olika tekniska lösningar för hela kylanläggningen.

Det merarbetet är som regel mycket lönsamt och därmed värdefullt för den som sedan ska använda utrustningen.

Naturliga köldmedier har ingen eller nästan ingen GWP-faktor. Därmed blir TEWI huvudsakligen beroende av hur el till processen produceras.

Normalt används en faktor i beräkningen som är nationell.

LCC värderar investering - driftkostnad - underhållskostnad. Resultatet blir därför direkt en ekonomisk värdering av en föreslagen teknisk lösning.

Ammoniak

Ämnet förekommer naturligt i stora mängder. Det används även till många andra processer än kyla.

Ämnets historia som köldmedium är lika gammal som den moderna kyltekniken. I slutet av 1800-talet byggdes de första kylanläggningarna med ammoniak som köldmedium. Det var bryggerier som använde ammoniakkylla för tillverkning av öl.

Senare, i samband med den tilltagande urbaniseringen av samhället, användes maskinellt framställd kyla för livsmedelsindustrin. Mjök och andra mejeriprodukter, kött och lite senare frukt och grönsaker.

Ammoniak var ända fram till mitten av 1940-talet det förhärskande köldmediet då R12 lanserades. Ett revolutionerande köldmedium, ansåg man då. Ammoniak tappade mycket av sin marknad.

Kvar, med ammoniak, blev företrädesvis stora industriella kylanläggningar och frysanläggningar.

Först på 1990-talet har ammoniak åter blivit aktuellt som köldmedium i mindre anläggningar och då speciellt för komfortkylapplikationer. Genombrottet kom i samband med att tillverkare tog fram enhetsaggregat med plattvärmeväxlare. Detta innebar att de tidigare stora fyllnadsmängderna kraftigt reducerades.

Det som idag håller tillbaka mer omfattande användning av ammoniak är brist på kunskap och osäkerhet om riskhantering och de säkerhetsåtgärder som är relevanta att komplettera en ammoniakläggning med för att hantera de risker som trots allt användning av ammoniak innebär.

Varför ammoniak?

Teoretiska prestanda för ammoniak är bättre än för de flesta andra köldmedier. Det innebär att ammoniakläggningar har förutsättningar som är bättre än andra köldmedier när det gäller att minska energiförbrukningen.

Industriella kylanläggningar för frys och kyl har sedan länge byggts med ammoniak. Denna rapport visar även på andra tillämpningar där ammoniak framgångsrikt används.

Ammoniak är giftigt och är i höga koncentrationer dödligt. Detta ska man vara medveten om och vidta de försiktighetsåtgärder som erfordras för att skydda personer. Metoder för skydd av person finns det stor kunskap om och nya anläggningar med ammoniak byggs med betryggande säkerhet.

Utbildning om ammoniak och säker användning av ammoniak i kylanläggningar finns. Svenska Kyltekniska Föreningen med flera har sådana kurser.

Ammoniak är neutralt mot den yttre miljön. Både ODP och GWP är noll. Tillsammans med mycket goda termodynamiska prestanda är därför ammoniak ett mycket bra köldmedium.

Exempel på anläggningar med ammoniak

Det finns riktigt små anläggningar med ammoniak som köldmedium. Normalt är dock att man använder ammoniak i större anläggningar. Luftkonditionering från cirka 200 kW och frys från cirka 100 kW. Skälet är främst att merkostnaden för ammoniak i mindre anläggningar är höga.

Isbanor

En applikation där ammoniak lämpar sig väl. Tidigare installationer med CFC 12 eller HCFC 22 ersätts med kylanläggning med ammoniak. Både fabriksstillverkade aggregat och platsbyggda anläggningar förekommer.

Kylutrustning	<p>Vätskekyld vätskekyllaggregat eller platsbyggd kylanläggning.</p> <p>Kyleffekt: totalt 360 - 400 kW för en inomhus ishockeyrink.</p> <p>Köldmediemängd: Cirka 50 kg för ett enhetsaggregat. Platsbyggda anläggningar har betydligt större fyllnadsmängd. Den varierar beroende på om man har luftkyld eller vätskekyld kondensor.</p> <p>Kylanläggningen har ofta två kompressorer. Skälet är att hela effekten normalt endast behövs när banan beläggs med is samt när man hårdgör isen inför matcher. Övriga tider, när isen endast ska underhållas, är effektuttaget betydligt lägre.</p> <p>Två kompressorer en säkerhetsåtgärd för att kunna vidmakthålla is när en kompressor behöver ställas av.</p> <p>Bäst energieffektivitet ger ett flödande system. Här är differensen mellan förångningstemperaturen och köldbärartemperaturen betydligt mindre än om man använder torrforångning med expansionsventil. Normal dimensionering för ett flödande system är att förångningstemperaturen endast är 2°C till 3°C lägre än utgående köldbärartemperatur.</p> <p>Den andra metoden är traditionell direktexpansion, så kallad torrforångning. Här blir differensen mellan förångningstemperatur och utgående köldbärare större. Båda lösningarna förekommer då aggregat med torrforångning har lägre pris.</p> <p>Kompressortyper som används är kolvkompressor och skruvkompressor.</p>
Betjäna	Ishockeybana.
Distribution	<p>Kyla distribueras av ett köldbärarsystem. Kylanläggningens förångare kyler köldbäraren till de processtemperaturer man arbetar med. Ju hårdare is som erfordras desto lägre köldbärartemperatur behövs.</p> <p>Värme avges till en vätskekyld kondensor vilken normalt kyls av kylmedelkylare.</p>

Värmeåtervinning	<p>Kondensorvärme från kylaggregaten kan användas för värmeåtervinning. Fördelen med det är lägre total energikostnad. Hetgasvärmen från kylaggregaten kan, via värmeväxling och ackumulatorer, kan användas för värmning av tappvarmvatten för duschar samt för vatten till ismaskin. Detta ger mindre mängd värme, men fördelen är att det fungerar utan att höja kondenseringstemperaturen vilket leder till ökat slitage av kompressorerna.</p> <p>Resterande kondensorvärme kan användas för värmning av ishallen. Det sker dock till priset av större slitage av kylkompressorerna. Viktigt är att batterier för värmeåtervinning dimensioneras för mycket små temperaturdifferenser. Ammoniakkylanläggningen bör ej arbeta med kondenseringstemperatur över +40°C.</p>
Referens	C4 Teknik, Kristianstad kommun.

Luftkonditionering - Kontor och Högskola.

Kylutrustning	<p>Platsbyggd anläggning. Installation 1996 Kyl effekt: Installerat cirka 500 kW. Förberett för utökning med ytterligare 500 kW. Köldmediemängd 150 kg. Anläggningen har två kolvkompressorer. Vätskekyld kondensor. Flödande förångare med själv-cirkulation mot vätskeavskiljare. Anläggningen ersatte ett vätskekylaggregat med CFC - köldmedium.</p>
Betjäna	Ventilation och fönsterapparater i kontorsfastighet samt ventilation i en högskola
Distribution	<p>Kyla distribueras av ett köldbärarsystem med rent vatten. Köldbärartemperaturer +7°C / +12°C. Värme avges till en vätskekyld kondensor vilken kyls av en kylmedelkylare.</p>
Värmeåtervinning	<p>Ingen värmeåtervinning. Anläggningen är endast i drift när utetemperaturen överstiger cirka +10°C</p>
Referens	RegionFastigheter, Lund.

Luftkonditionering - Kontor.

Kylutrustning	<p>Platsbyggd anläggning. Kylcentral med köldmedium ammoniak. Kyl effekt: Installerat cirka 900 kW. Förberett för utökning med</p>
---------------	--

	<p>ytterligare 1.100 kW. Köldmediemängd 800 kg</p> <p>Anläggningen har två skruvkompressorer. Vätskekyld kondensor. Flödande förångare med självirkulation mot vätskeavskiljare. Förångningstemperatur 2°C till 3°C under utgående köldbärartemperatur.</p> <p>Anläggningen ersatte ett antal vätskekylaggregat med CFC och HCFC i fastigheten.</p>
Betjäna	Ventilationsaggregat samt cirkulationskylare för kontor. Ventilationsaggregat för kylcentral.
Distribution	<p>Kyla distribueras av ett köldbärarsystem med rent vatten.</p> <p>Köldbärartemperatur:</p> <p>Sommar +8°C / +13°C.</p> <p>Vinter: +12°C / +17°C</p> <p>Värme avges till en vätskekyld kondensor vilken kyls av kylmedelkylare. Flytande kondensering.</p>
Värmeåtervinning	Ingen värmeåtervinning.
Frikyla	<p>Aktiveras vid utetemperaturen under +8°C. Samtidigt höjs utgående köldbärartemperatur från +8°C till +12°C.</p> <p>Drift med frikyla fortgår till dess att inställd utgående köldbärartemperatur ej längre kan upprätthållas. Återgång sker då till maskindrift.</p> <p>Frikyla kan alltså brukas mer än halva året.</p>
Säkerhet	<p>Skrubber i frånluftskanal. Kontaminerat vatten återförs med självfall till ett öppet kärl med lock av plast. Vatten direkt från kallvattenledning går direkt till skrubber till dess att kärlet fyllts. Nivåvakt startar då pump för cirkulation av vatten mellan kärl och skrubber.</p> <p>Kontaminerat vatten deponeras sedan som farligt avfall.</p> <p>Gaslarm och brandlarm internt och till räddningstjänst. Internt larm med ljud och ljus i och utanför kylcentral.</p>
Referens	Tetra Pak Business Support AB, Lund

Processkyla - Grossist Frukt och Grönsaker.

Kylutrustning	<p>Vätskekylaggregat med luftkyld kondensor. Det är ett av två aggregat i en kylcentral. Kyleffekt: 175 kW. Köldmediemängd: 98 kg</p> <p>Aggregatet har två kolvkompressorer, kapacitetsreglering via avlastning av kolvar och varvtalsstyrning.</p> <p>Luftkyld kondensor. Varvtalsstyrda fläktar för flytande kondense-</p>
---------------	---

	ring. Flödande förångare med själv-cirkulation mot vätskeavskiljare. Förångningstemperatur 2°C till 3°C under utgående köldbärartemperatur. Aggregatet installerat i samband med utökning av verksamheten..
Betjäna	Två köldbärarsystem. Köldbärarsystem via värmewäxlare +5°C / +10°C. Reserv för köldbärarsystem -8°C / -4°C.
Distribution	Kyla distribueras av två köldbärarsystem. Värme avges till en luftkyld kondensator. Flytande kondensering.
Värmeåtervinning	Ingen värmeåtervinning.
Säkerhet	Gaslarm och brandlarm internt och till räddningstjänst. Internt larm med ljud och ljus i och utanför kylcentral.
Referens	AB K A Lundbladh, Malmö.

Processkyla - Charkuterifabrik.

Kylutrustning	Platsbyggd kylanläggning med kolvkompressorer. Flödande förångare, evaporativ kondensator. Kyleffekt: 700 kW. Två kompressorer är installerade. Förberett för ytterligare en kompressor. Flödande förångare med själv-cirkulation mot vätskeavskiljare. Förångningstemperatur 2°C till 3°C under utgående köldbärartemperatur. Anläggningen ersatte 14 kylaggregat med HCFC.
Betjäna	Kylrum och processmaskiner.
Distribution	Kyla via ett köldbärarsystem. -9°C / -3,5°C Kondensatorvärme avges i en evaporativ kondensator.
Värmeåtervinning	Ingen värmeåtervinning.
Säkerhet	Gaslarm och brandlarm internt och till räddningstjänst. Internt larm med ljud och ljus i och utanför kylcentral.
Referens	Melkers Chark AB, Falun.

Komfort- och processkyla - Sjukhus

Kylutrustning	Vätskekylaggregat med vätskekylda kondensorer i en kylcentral. Installation 2002 Kyleffekt: 2 aggregat med total kyleffekt 1.700 kW. Köldmediemängd: 45 kg per aggregat. Aggregaten har skruvkompressorer. Flödande förångare med självcirkulation mot vätskeavskiljare. Förångningstemperatur 2°C till 3°C under utgående köldbärartemperatur. .
Betjäna	Sjukhusets ventilation, lokala kylare och medicinskteknisk utrustning.
Distribution	Kyla via köldbärarsystem. +7°C / +12°C. Värme via kylmedelkrets till kyltorn. +25°C / +32°C.
Säkerhet	Gaslarm och brandlarm internt och till räddningstjänst. Internt larm med ljud och ljus i och utanför kylcentral.
Referens	Landstingsfastigheter, Värnamo.

Luftkonditionering – Tillverkningsindustri

Kylutrustning	Vätskekylaggregat med vätskekylda kondensorer. Installation 1997 Kyleffekt: 400 kW. Köldmediemängd: 35 kg. Enhetsaggregaten med 1 skruvkompressor. Kapacitetsstyrning med varvtalsreglering. Flödande förångare med självcirkulation mot vätskeavskiljare. Förångningstemperatur 2°C till 3°C under utgående köldbärartemperatur.
Betjäna	Ventilationsaggregat och cirkulationskylare i 7 vånings kontors- och laboratoriebyggnad samt ventilationsaggregat för produktionslokaler med rumstemperatur +18°C.
Distribution	Kyla distribueras av köldbärarsystem med vatten som köldbärare. +6°C / +11°C. Värme avges av kylmedelkrets i en kylmedelkylare. +39°C / +33°C.
Säkerhet	Gaslarm internt till maskinist och reception med bemanning 24 timmar om dygnet och brandlarm internt och till räddningstjänst.
Referens	Findus Sverige AB, Bjuv.

Brandfarliga köldmedier

Framgången för denna typ av köldmedier beror på flera saker.

Köldmediet har dels, på samma sätt som ammoniak, inte någon påverkan på ozonskiktet och växthuseffekten är nästan obefintlig.

Dels har teknik utvecklats att bygga köldmediesystem med mycket små fyllnadsmängder vilket gör riskerna med brandfarlighet och explosionsfara hanterbar.

Greenpeace har också mycket aktivt bidragit till att aktualisera brandfarliga köldmedier. Vitvaror såsom kylskåp och frysskåp, samt mindre värmepumpar byggs idag till stor del med brandfarliga köldmedier.

Energiförbrukning och övriga tekniska prestanda motsvarar ganska väl traditionella köldmedier.

Installationer av större kylmaskiner än de som normalt används i hushåll, ställer krav på extra säkerhetsåtgärder för att hantera brandrisk och explosionsrisk.

Interimsutgåva av aggregat med brandfarliga köldmedier (A), utgiven i mars 1997, beskriver och exemplifierar praktiska metoder för att på ett säkert sätt installera och sköta kylanläggningar med brandfarliga köldmedier. Interimsutgåvan kommer utges som en kylnorm så snart den styrande föreskriften för brandfarliga köldmedier blir klar

Kylaggregat med brandfarliga köldmedier tillverkas nästan uteslutande som enhetsaggregat. Det innebär att installation kan göras utan ingrepp i köldmediekretsen.

Ett normalt utförande är att kylsystemet byggs i ett tätt hölje. En öppning med jalousi-spjäll tas för ventilation. Frånluftsfläkt ansluts till en kanalanslutning på höljet. Frånluftsfläkten går normalt kontinuerligt

En tryckgivare mäter undertrycket i aggregathöljet. Upphör undertrycket ges larm och kylmaskinen stoppas

Vidare stadgar interimsutgåvan att gnistbildande komponenter ej får finnas inom höljet

Tryckvakter för högt och lågt köldmedietryck, oljetrycksvakt och eventuella termostater är därför ersatta av givare för tryck och temperatur. Elektroniska vakter och mätare monteras i ett apparatskåp på betryggande avstånd från aggregathöljet

Denna metod har framgångsrikt använts i mer än 10 år. Några olyckor har inte rapporterats.

Sverige är än så länge ganska ensamma om att förorda brandfarliga köldmedier.

Kombinerat med att vi saknar inhemsk tillverkning av komponenter för kylapplikationer är utbudet av produkter för brandfarliga köldmedier än så länge begränsat.

Exempel på anläggningar med brandfarligt köldmedium

Komfort- och processkyla - Sjukhus. - Installation 1999

Kylutrustning	Ett vätskekylaggregat i en ny kylcentral. Kyleffekt: 420 kW. FINS (Fullständigt INdirekt System) i undertrycksventilerat hölje.
---------------	--

	<p>Aggregatet har 4 köldmediesystem med kolvkompressor, direktexpansion med elektronisk expansionsventil. Vätskekylda kondensorer och förångare.</p> <p>Aggregatet installerades i samband med avveckling av CFC / HCFC. 14 kg propan ersatte 240 kg HCFC</p>
Betjäna	Komfortkyla för sjukhuset, ventilation och cirkulationskylare samt kylning av medicinskteknisk utrustning.
Distribution	<p>Kyla distribueras av köldbärarsystem.</p> <p>Sommar +7°C / +12°C</p> <p>Vinter +10°C / +13°C</p> <p>Kondensorvärme avges till kylmedelkylare. +38°C / +32°C</p>
Värmeåtervinning	Ingen värmeåtervinning.
Frikyla	<p>Frikyla aktiveras när utomhustemperaturen understiger +6°C.</p> <p>Utgående köldbärartemperatur höjs till +10°C.</p> <p>Frikyla försätter att vara inkopplad till dess att inställd köldbärartemperatur ej kan hållas. Kylmaskinerna startas då igen.</p>
Referens	RF-Service SydÖstra, Ystad.

Komfortkyla - Stadsbibliotek. - Installation 1999

Kylutrustning	<p>Två vätskekylaggregat. Kyleffekt: 300 kW.</p> <p>FINS (Fullständigt INdirekt System) i undertrycksventilerat hölje.</p> <p>Aggregaten har kolvkompressor, direktexpansion med elektronisk expansionsventil. Vätskekyld kondensorer och förångare.</p> <p>Aggregatet installerades i samband med avveckling av CFC / HCFC.</p>
Betjäna	Ventilation i biblioteket.
Distribution	Kyla distribueras av köldbärarsystem. +6°C / +11°C. Kondensorvärme avges till kyltorn. +30°C / +25°C
Värmeåtervinning	Ingen värmeåtervinning. Drift endast när utetemperatur överstiger +10°C.
Referens	Lundafastigheter, Lund.

Komfortkyla – Stadshall - Installation 1999

Kylurustning	Två vätskekylaggregat. Kyleffekt: 200 kW. FINS (Fullständigt INdirekt System) i undertrycksventilerat hölje. Aggregaten har kolvkompressor, direktexpansion med elektronisk expansionsventil. Vätskekyld kondensator och förångare. Aggregatet installerades i samband med avveckling av CFC / HCFC.
Betjäna	Ventilation i fastigheten.
Distribution	Kyla distribueras av köldbärarsystem. +6°C / +11°C Kondensatorvärme avges till kyltorn. +30 °C / +25°C
Värmeåtervinning	Ingen värmeåtervinning.
Referens	Lundafastigheter, Lund.

Komfortkyla - Skola.

Kylutrustning	Ett vätskekylaggregat. Installation 1999 Kyleffekt: 80 kW. FINS (Fullständigt INdirekt System) i undertrycksventilerat hölje. Aggregatet har kolvkompressor, direktexpansion med elektronisk expansionsventil. Vätskekyld kondensator och förångare. Aggregatet installerades i samband med avveckling av CFC / HCFC.
Betjäna	Ventilation och cirkulationskylare i AV - central.
Distribution	Kyla distribueras av köldbärarsystem. +6°C / +11°C Kondensatorvärme avges till kylmedelkylare. +40°C / +30°C
Värmeåtervinning	Ingen värmeåtervinning.
Referens	Lundafastigheter, Lund.

Kökskyla - Tillagningskök äldreomsorg. - Installation: 1998

Kylutrustning	Två vätskekylaggregat. Ett för frys och ett för kyl. Kyleffekt frys: 5 kW. Kyleffekt kyl: 25 kW FINS (Fullständigt INdirekt System) i undertrycksventilerat hölje. Aggregaten har kolvkompressor, direktexpansion med elektronisk expansionsventil. Vätskekyld kondensator och förångare.
---------------	--

	Aggregatet installerades i samband med avveckling av CFC / HCFC. Ersatte 8 DS (Direkta System) med CFC.
Betjäna	8 kylrum, 1 nedkylningsrum. 1 frysrums, 1 frysskåp.
Distribution	Kyla distribueras av köldbärarsystem. Kyl -4°C / -1°C Frys -30°C / -27°C Kondensorvärme kyl avges till kylmedelkylare. +40 °C / +30°C Kondensorvärme frys avges till köldbärare kyl. +15°C / -4°C.
Värmeåtervinning	Värmeåtervinning förberedd för ventilation. Värmeåtervinning förberedd för förvärmning av tappvarmvatten.
Referens	Lundafastigheter, Lund.

Kommersiell kyla.

Avser varukyla i livsmedelsbutiker. Här finns brandfarliga köldmedier i många installationer. Installationer sedan 1996.

Installation finns i ett brett effektområde:

Kyleffekt kyl 120 - 240 kW

Kyleffekt frys 40 - 135 kW

Systemen är uppbyggda runt vätskekylda vätskekylaggregat, ofta utlagda för värmeåtervinning.

För kyl är köldbärarsystem ofta med propylenglykol eller de nya saltlösningar som finns på marknaden. Köldbärartemperatur normalt -8°C / -4°C.

Kyla produceras normalt i flera parallellkopplade vätskekylaggregat.

För fryser har tekniken med koldioxid och pumpcirkulation tagit mycket marknad i lite större butiker.

Tidigare byggdes fryssystem med direktexpansion. Det ger stora fyllnadsmängder köldmedium. När brandfarliga köldmedier används är direktexpansion inte en framkomlig väg. Bland annat därför har tekniker med indirekta system utvecklats. Först byggdes enfas köldbärarsystem med saltlösningar som frostskyddsmedel.

Fördelarna med enfas köldbärarsystem är den lägre investeringskostnaden, åtminstone när fryseffekten understiger 50 kW. Nackdelarna är ganska många. Det blir grova rör med stora flöden. Höga driftkostnader med stora flöden av den viskösa köldbäraren.

Koldioxiden har som största nackdel en grundinvestering i en vätskeavskiljare och tillhörande pumpar. fördelarna är sedan övervägande med lägre installationskostnad för rör på grund av klenare dimensioner. Mycket lägre driftkostnader för cirkulation av koldioxid än traditionell enfas köldbärare.

Komfortkyla - Skola. – Installation: 2001

Kylutrustning	Ett vätskekylaggregat. Kyleffekt : 120 kW FINS (Fullständigt INdirekt System) i undertrycksventilerat hölje. Aggregaten har kolvkompressor, direktexpansion med elektronisk expansionsventil. Vätskekyld kondensator och förångare. Aggregatet installerades i samband med avveckling av CFC / HCFC. 5 kg propan ersatte 60 kg HCFC.
Betjäna	Ventilation.
Distribution	Kyla distribueras av köldbärarsystem. +1°C / +12°C. Kondensatorvärme avges till kylmedelkylare. +38 °C / +32°C
Värmeåtervinning	Ingen värmeåtervinning. Drift endast när utetemperatur överstiger +12 °C.
Referens	Lundafastigheter, Lund.

Processkyla - Forskningsinstitution. - Installation: 2001

Kylutrustning	Fem vätskekylaggregat. Två för frys och tre för kyl. Kyleffekt frys: 184 kW. Kyleffekt kyl: 504 kW FINS (Fullständigt INdirekt System) i undertrycksventilerat hölje. Aggregaten har dubbla kolvkompressor, direktexpansion med elektronisk expansionsventil. Vätskekyld kondensator och förångare. Aggregatet installerades i samband med avveckling av CFC / HCFC. 67 kg propen (R1270) ersatte 1200 kg HCFC.
Betjäna	Klimatkammare, kylrum och frysrum.
Distribution	Kyla distribueras i två köldbärarsystem. Kyl -6°C / 0°C Frys -16°C / -10°C Kondensatorvärme kyl avges till kylmedelkylare. +40 °C / +30°C
Värmeåtervinning	Värmeåtervinning via värmeväxlare. Utgående värmevatten till återvinning +45°C. Installerad effekt för återvinning 400 kW
Referens	Akademiska Hus i Lund AB.

Koldioxid, CO₂

Även detta ämne har anrika traditioner som köldmedium. Speciellt användes koldioxid för kyla i sjöfarten.

Höga tryck och nyare köldmedier gjorde att koldioxiden försvann som köldmedium.

Sedan knappt tio år tillbaka har koldioxid fått en renässans. Skälet till detta är Svenska begränsningar av fyllnadsmängder i nybyggda anläggningar samt att man i Danmark beslöt att endast naturliga köldmedier ska finnas efter år 2006. Kommersiella kylanläggningar i butiker var tidiga med introduktion av koldioxid med anledning av de problem som enfas köldbärare med saltlösningar orsakade.

Ursprungligen användes koldioxid som köldbärare. En kylanläggning med naturliga eller traditionellt köldmedium kondenserar koldioxidgas i en vätskeavskiljare. Koldioxidvätska pumpas sedan i ett köldbärarsystem till förångare i frysmöbler och frysrum. Delvis förångad koldioxid återförs till vätskeavskiljaren där gasen kondenseras.

Denna typ av applikation i livsmedelsbutiker och ett flertal fryslager är idag normal teknik.

Nya applikationsområden för koldioxid är att använda det som primärt köldmedium. En mindre testanläggning har sedan flera år varit i drift på Fyn i Danmark

Det finns idag ett antal anläggningar med koldioxid som köldmedium för frys runt om i Europa. Högtryckssteget i de större anläggningarna är ofta ammoniak.

Därmed har man en anläggning med bara naturliga köldmedier och dessutom god driftekonomi. York Refrigeration har stor erfarenhet av sådana anläggningar.

Ett annat användningsområde, vilket också finns i drift, är livsmedelbutik med koldioxid som köldbärare för kyl och köldmedium för frys. Kombinerat med brandfarligt köldmedium eller ammoniak för högtryckssteget har man även här en kylanläggning med enbart naturliga köldmedier.

Naturliga köldmedier

Exempel på lyckade installationer

Nedbrytningen av ozonskiktet och ökningen av växthusgaser är i dagens läge ett reellt hot för livets existens på jorden. Det innebär ökad risk för hudcancer, nedsatt immunförsvar, skador på jordbruksgrödor, skog och olika material.

Ett sätt att förbättra situationen är att använda naturliga köldmedier som varken bryter ned ozonskiktet eller bidrar till växthuseffekten.

I denna rapport vänder vi oss till dig som är ägare och användare av kylanläggningar och värmepumpar och visar på lyckade och väl fungerande anläggningar med naturliga köldmedier.

Här finns utförliga tekniska beskrivningar och prestanda i olika avseenden liksom referenser, färdiga att ta efter.

Syftet är att ge dig inspiration och motivation till att pröva något nytt, mera miljöanpassat!

ISBN 91-620-5326-4.pdf

ISSN 0282-7298

NATURVÅRDSVERKET