

# Ammoniak

Danfoss Industrial Refrigeration har skrivit ett tekniskt dokument om saker du ska tänka på när du byter från freoner till ammoniak. I dokumentet beskrivs några av de viktigaste skillnaderna mellan olika typer av anläggningar och vad du behöver tänka på när du utformar en anläggning med ammoniak. Följande text är ett utdrag ur detta tekniska dokument. I dokumentet hänvisas till Danfoss handbok om industriella kylsystem (litteraturnummer DKRCI.PA.000.C6.02). Hänvisningarna indikeras med § och sedan ett visst kapitel. I slutet av artikeln finns en länk till det fullständiga dokumentet och handboken om kylsystem.



## Bakgrund om ammoniak som köldmedium

Ammoniak (NH<sub>3</sub>) användes som köldmedium för första gången 1876 av Karl von Linde i en ångkompressor. Andra köldmedier som koldioxid (CO<sub>2</sub>) och svaveldioxid (SO<sub>2</sub>) var också vanliga fram till 1920-talet.

När freoner (fluorkolväten, CFC) utvecklades i USA på 1920-talet blev de mycket populära eftersom de ansågs vara ofarliga och mycket stabila kemikalier jämfört med alla andra köldmedier som användes då. På den tiden kunde man inte förutse vilka följder stora utsläpp av köldmedier skulle få för miljön. Freoner marknadsfördes som säkra köldmedier. Efterfrågan och framgången växte. Dessa köldmedier sågs som en gudagåva tillverkad av människor.

Freonernas framgångar innebar sämre tider för ammoniak, men ämnet fortsatte att användas, särskilt i större industrisystem och livsmedelssystem.

De skadliga effekterna av freoner uppdagades först på 1980-talet. Man insåg att freonerna bidrog till att förtunna ozonlagret och till den globala uppvärmningen. Följden blev Montrealprotokollet 1989, vari nästan alla länder kom överens om en tidtabell för att fasa ut freonerna.

Eftersom skadorna på atmosfären av freonutsläppen var så allvarliga och farorna så påtagliga krävdes ännu snabbare utfasning i det reviderade Montrealprotokollet 1990, Köpenhamnsprotokollet 1992 och Kyotoprotokollet 1998. Även HCFC ska fasas ut.

Europa har visat vägen och många europeiska länder har slutat använda HCFC-köldmedier. Både nya köldmedier och välbeprövade och tillförlitliga köldmedier som ammoniak och koldioxid beaktas för olika nya tillämpningar.

## Varför ammoniak är ett bra köldmedium

### Välkänt

Ammoniak är ett välkänt köldmedium. Det är särskilt populärt i stora industrianläggningar där dess fördelar kan utnyttjas till fullo utan att göra avkall på säkerheten för personalen som arbetar med kylsystemet. Ammoniak har mycket gynnsamma termodynamiska egenskaper. Det är bättre än syntetiska köldmedier som R22, en av de mest effektiva HCFC-freonerna, i många olika tillämpningar. Fördelarna med ammoniak har bevisats i kylsystem i årtionden.

### Energieffektivitet

Ammoniak är ett av de effektivaste köldmedierna och kan användas i system med både höga och låga temperaturer. Energieffektiviteten är bättre än R134a eller propan. Dessutom fungerar ammoniaksystem ännu bättre i praktiken.

I och med att energiförbrukningen blir allt viktigare är ammoniaksystem ett säkert och hållbart val för framtiden. Ett flödande ammoniaksystem är normalt 15–20 procent mer energieffektivt än ett motsvarande R404A-system med direkt expansion (DX). Den senaste utvecklingen av NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>-kombinationer kan bidra till att öka energieffektiviteten ytterligare. NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> sprids extremt energieffektivt i system med låg eller mycket låg temperatur (under -40 °C) medan system med NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> som köldbärare är omkring 20 % mer energieffektiva än system med traditionella köldbärare.

### Miljö

Ammoniak är ett av de så kallade naturliga köldmedierna och det mest miljövänliga köldmediet i fråga om GWP (Global Warming Potential) och ODP (Ozone Depletion Potential). Värdet är noll i båda fallen. Utmaningen för kylsystem ligger i att de är tekniskt slutna system med frätande, giftigt och brännbart innehåll. Lösningen är välkända anläggningskonstruktioner som baseras på EN378, PED och, för större anläggningar, krav från myndigheterna.

### Mindre rörstorlekar

I både gasform och flytande form kräver ammoniak mindre rördiameter än de flesta kemiska köldmedier. [ 1 ] § 10.7 \*

### Bättre värmeöverföring

Ammoniak har bättre egenskaper för värmeöverföring än de flesta kemiska köldmedier. Det innebär att utrustning med mindre värmeöverföringsytor kan användas. Konstruktionskostnaden för anläggningen blir lägre för motsvarande layout och identiskt val av material. Dessa egenskaper gynnar även systemets termodynamiska effektivitet, vilket sänker driftkostnaderna.

### Köldmediets pris

I många länder är ammoniak betydligt billigare per kg än freoner. Fördelen förstärks av ammoniakens lägre densitet i flytande form. Dessutom upptäcks eventuellt läckage av ammoniak snabbt på grund av den starka lukten, vilken minskar risken för förlust av köldmedium.

### Olja

Ammoniak är inte löslig i vanlig olja. Dessutom är ammoniak lättare än olja, vilket gör det enkelt att konstruera oljereturssystem. [ 1 ] § 6.3\*

## **Pump- eller gravitationsbaserade cirkulationssystem**

Fördelarna med pump- och gravitationsbaserade cirkulationssystem jämfört med system av DX-typ är:

- Pumpar fördelar effektivt flytande köldmedium till förångare och returnerar gas-/vätskeblandningen till pumpens separator.
- Överhettningen kan minskas till 0 K, vilket ökar förångarens effektivitet utan att riskera att vätska överförs till kompressorn.
- Den låga temperaturdifferentialen minskar risken för att den lagrade produkten torkas ut.
- Gravitationsbaserade cirkulationssystem har relativt låg köldmediefyllning.

## **Framtiden**

Just nu finns det inget som tyder på att ammoniak kommer att behöva fasas ut. Du kan lita på ammoniak i framtiden.

## **Säkerhet**

Ammoniak är ett giftigt, frätande köldmedium och brandfarligt vid vissa koncentrationer. Ammoniak måste därför hanteras försiktigt och alla ammoniaksystem måste konstrueras med fokus på säkerhet. Utmaningen för kylsystem ligger i att de är tekniskt slutna system med frätande, giftigt och brännbart innehåll. Lösningen är välkända anläggningskonstruktioner som baseras på EN378, PED och, för större anläggningar, krav från myndigheterna.

Samtidigt, och till skillnad från de flesta andra köldmedier, har ammoniak en karakteristisk lukt som kan upptäckas av människor redan vid mycket låga – och helt ofarliga – koncentrationer. Människor kan känna lukten av ammoniak vid ungefär 5 ppm i luften. Det ger en varning redan vid mycket små ammoniakläckage. Om det skulle bli nödvändigt att minska ammoniakfyllningen kan en kombination av ammoniak och CO<sub>2</sub> (som kaskad eller köldbärare) vara ett bra och effektivt alternativ. Eftersom ammoniak är brandfarligt och giftigt regleras installationer med ammoniak av nationella föreskrifter av säkerhetsskäl.

## **Kemiska egenskaper, utmaningar för materialet**

Ammoniak kan användas med alla vanliga material utom koppar och mässing. Detta medför vissa begränsningar för systemets konstruktion, men de är välkända och har lösts. För det första får bara rör i rostfritt stål användas. För det andra måste öppna kompressorer användas. Motor med avståndsrör används ofta för pumpar. Särskilda lösningar med dyra magnetiskt kopplade motorer finns.

# **Varför ammoniak är bättre än freoner**

## **Teknik**

Ammoniak har bättre termodynamiska egenskaper än freoner och uppnår samma kylning med lägre energiförbrukning och driftkostnader. Värmeöverföringskoefficienten i förångare och kondensatorrör för ammoniak är ungefär dubbelt så bra som för R22. Lägre operativt delta T kan uppnås med samma värmeväxlingsyta vilket också bidrar till lägre driftkostnader och mindre uttorkning av livsmedel. Ammoniakens höga latent värme gör att små rör kan användas och minskar mängden köldmedium som behövs i systemet. Rörstorleken för våta och torra sugledning kan vara mycket mindre med ammoniak för samma tryckfall i sugledningen. I system med cirkulationspump är massflödet för ammoniak 1/7 av massflödet för R22. Därför kan en mycket mindre pump användas med avsevärt mindre energiförbrukning, vilket återigen bidrar till lägsta möjliga driftkostnader.

Bättre driftsäkerhet och lägre driftkostnader för ammoniaksystem är resultatet av att stålrör används i stället för kopparrör, att svetsning används i stället för slaglödning och att bultförband används i stället för flänskopplingar. Ammoniaksystem är mer tolerant för vatten som kan tränga in i systemet.

Sammanfattningsvis kan man säga att med de konstruktioner och den teknik som finns för ammoniak i dag, bör ammoniak alltid användas för system för 100 kW eller mer om det inte är förbjudet eller det finns särskilda skäl att inte använda det. Utvecklingen på senare tid visar att ammoniak blir ett allt mer intressant köldmedium även för mindre installationer.

## Lagstiftning

Alla regeringar pressas att minska miljöpåverkan och fäster allt större vikt vid Montreal- och Kyotoprotokollen. Många länder kommer att genomföra impopulära åtgärder för att nå målen med att minska den globala uppvärmningen. Två grundläggande instrument används eller kommer att användas: totalförbud eller straffskatt på köldmedium med freoner. Detta kommer att göra ammoniak, vars GWP är noll, till ett mycket attraktivt val. Pressen på myndigheterna kommer att tvinga dem att ta fram tydliga regler för kylanläggningar med ammoniak utan att göra avkall på säkerheten.

## Ekonomi

Den omedelbara fördelen med ammoniak jämfört med freoner är det låga priset per kg: upp till 90 % lägre än för HFC. Dessutom har ammoniak låg specifik vikt, vilket innebär att bara hälften så mycket behövs för samma volym jämfört med freoner. Kylsystemets innehåll mäts efter volym, så därför behövs bara hälften så mycket köldmedium räknat i vikt om ammoniak används. Priset på ammoniak påverkas inte av politiska beslut eller handelsregler, till exempel miljöskatter. Anläggningar med pumpcirkulation av freon kan förlora en stor del av köldmediet utan att det märks, vilket kan göra det mycket dyrt att fylla på. Om det läcker ammoniak märks det direkt och kan repareras så att påfyllningskostnaden blir lägre.

## Miljö

Ur miljöperspektiv är ammoniak att föredra, inte bara för att dess direkta inverkan på den globala uppvärmningen är noll, utan också för att det har högsta möjliga energieffektivitet och därmed lägsta indirekta CO<sub>2</sub>-utsläpp.



## Sammanfattning av de huvudsakliga skillnaderna mellan ammoniak och freoner

Ammoniak är inte ett universalköldmedium utan i första hand lämpligt för industriella och tunga kommersiella tillämpningar. Att ammoniak är giftigt, frätande, brandfarligt och reagerar med andra material måste tas i beaktande. Emellertid finns många ammoniaksystem i världen där dessa utmaningar har övervunnits.

De tekniska skillnaderna mellan kylanläggningar med ammoniak och freoner är välkända, liksom detaljer för material, oljehantering, maskinrum, komponentstorlek och förstås särskilda regler till följd av att ammoniak är giftigt, frätande och brandfarligt. Ammoniak för kylanläggningar har klassificeringen B2 (EN378) och vätskegrupp 1 (PED).

Kunskap om ammoniak, oljeegenskaper och kraven på ammoniakanläggningar hjälper dig att välja rätt format för tillämpningen. Den viktigaste skillnaden ligger i att förbereda större anläggningar gemensamt med lokala myndigheter, beroende på ammoniakvolymen.

Anläggningens ägare måste ha myndigheternas tillstånd för att driva en kylanläggning beroende på dess storlek. Tillståndet baseras på PED, EN378 samt lokala och nationella regler för miljö, geografi, hygien, arbetsmiljö, säkerhet och så vidare. Det speciella med att få tillstånd för en ammoniakanläggning ligger i säkerhetsaspekten eftersom ammoniak är giftigt, frätande och brandfarligt. Om du känner till hur lokala och nationella bestämmelser tillämpas kommer du inte att stöta på några hinder om du vill ha ett ammoniaksystem i stället för ett med freon.

Sist men inte minst är det lätt att se att installationskostnaden är högre för ammoniakanläggningar än för freonanläggningar med kopparrör. Ammoniakanläggningen håller däremot längre och förbrukar mindre energi. Därför blir den totala ägandekostnaden lägre.

Om du vill veta mer om vad som är viktigt att tänka på när du byter från freoner till ammoniak kan du läsa hela det tekniska dokumentet på [www.danfoss.com/IR-tools](http://www.danfoss.com/IR-tools). Där finns också flera andra bra verktyg för industriella kylsystem.

**För mer information:**

xxxx xxxxx/Industrial Refrigeration/telephone number and email address