



# **KORTA FAKTA OM KOLDIOXIDKYLSYSTEM FÖR ISBANOR**

**Jörgen Rogstam & Tuyet Nguyen**

Februari 2013

**Energi & Kylanalys AB**

Varuvägen 9  
125 30 Älvsjö  
Sweden

Phone           +46 8 550 102 10  
Web             [www.ekanalys.se](http://www.ekanalys.se)

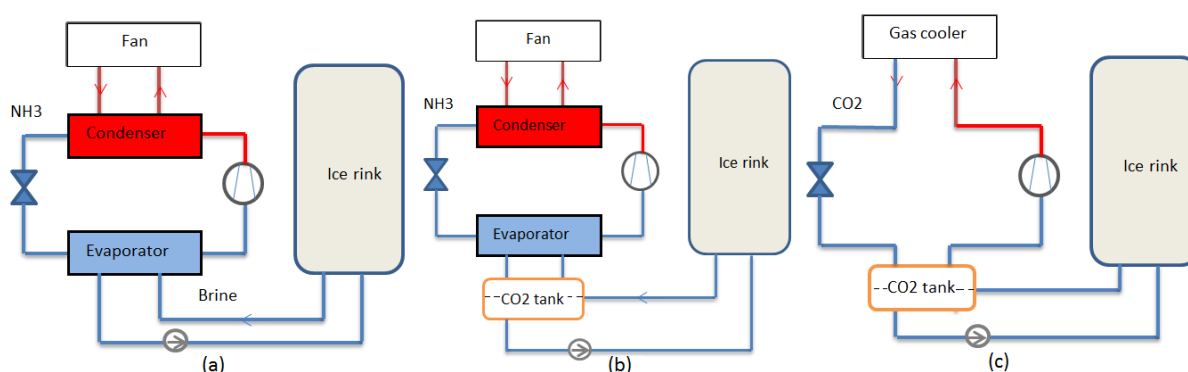
## CO2 kylsystem - en ny generation kylsystem för ishallar

CO2 är känt som ett naturligt och miljövänligt köldmedium sedan mitten på 18-hundratalet. Från början av 1990-talet har det börjat användas igen efter det att CFC och HCFC förbjöds. Till nu har CO2 använts som köldmedium i olika applikationer såsom; livsmedelsbutiker, industrier och värmepumpar. Speciellt stort genomslag har CO2 fått i livsmedelsbutiker där redan över 1330 stycken (år 2011) CO2-kylsystem har installerats över hela Europa.

För just ishallar har framförallt ammoniak-kylsystemet tillsammans med olika köldbärare använts under lång tid - med många fördelar. På senare tid har CO2-system genom en ny generation kylsystem kommit in i bilden. Det finns flera fördelar vad gäller både kostnad och energianvändning.

Risken för ammoniak-läckage är den huvudsakliga orsaken till att alla dessa system måste vara indirekta på kalla sidan, dvs. man har en köldbärare (oftast kalciumklorid) som cirkuleras i ispisten. På så sätt minskas fyllnadsmängden och därmed risken och konsekvensen vid ett eventuellt läckage. Genom att ammoniaksystemen oftast utförs fullständigt indirekta dvs. även med en värmebärare på varma sidan så uppstår förluster på systemets båda sidor. Förlusterna består i temperaturdifferenser mellan ammoniak och det sekundära mediet samt att dessa sekundära medier även kräver pumparbete för att cirkuleras. Det leder i sin tur till högre energianvändning för de indirekta systemen än motsvarande direkta system, dvs. där sekundära medier inte behövs.

CO2 är en naturligt och säker kandidat vad gäller köldmedier i ishallar. Den kan dessutom användas i hela systemet så att förluster undviks vilket illustreras i figur 1 (b). CO2 används som en kombination av köldmedium och köldbärare vilket gör att värmeväxling/temperaturdifferenser undviks. Vidare så är distributionen av CO2-vätskan i ispisten betydligt mycket mindre energikrävande – typiskt 80-90 % mindre än för en vanlig köldbärare.

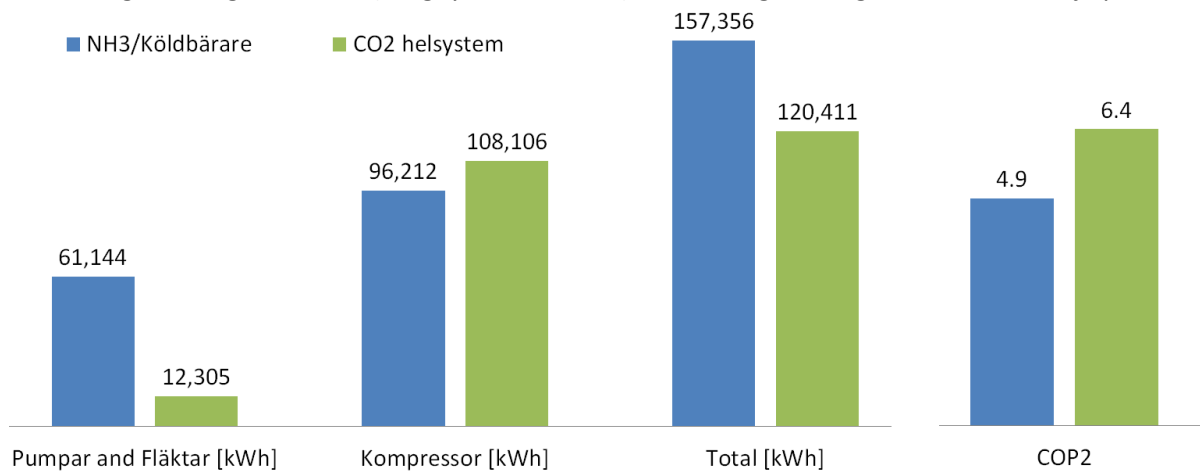


Figur 1: (a) NH3/KB-system, (b) NH3/CO2-system/Gen 1, (c) CO2-system /Gen 2

Figurerna ovan illustrerar några typiska system där (a) visar ett traditionellt fullständigt indirekt ammoniaksystem med köldbärare. Figur (b) visas den tidigare generationen (Gen 1) som oftast kombinerats med ammoniak. Det finns också exempel på systemkombinationer med HFC-medier och koldioxid som köldbärare. I (c) visas den nya generationen (Gen 2) av koldioxidsystem som redan finns i några kanadensiska ishallar.

## Energianvändning - systemjämförelser

Då än så länge relativt lite mätdata existerar för de befintliga anläggningarna så har en simuleringsstudie genomförts (T.Nguyen, KTH 2012). Simuleringen har genomförts med hjälp av Pack



Figur 2: Energianvändning för ett traditionellt system och ett CO2-system uppdelat på kompressorer och kringutrustning

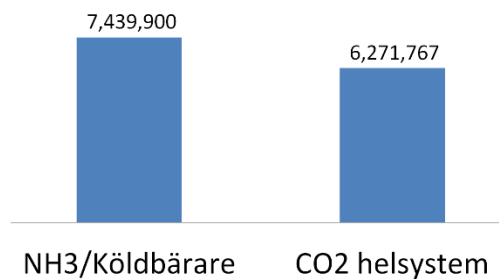
Calculation II ([www.ipu.dk](http://www.ipu.dk)) för att utvärdera energianvändningen av CO2-system och traditionella NH3/köldbärare-system. En modell av ett traditionellt kylsystem i en befintlig ishall byggdes upp och kalibrerades mot verkliga mätningar. Systemets specifikation var ca 300kW kyleffekt fördelat på två kolvkompressorer med ammoniak som köldmedium och kalciumklorid som köldbärare. Simulering utfördes med verkliga belastningsprofiler från ishallen men värmeåtervinningen har inte beaktats. Figur 2. Energianvändning för ett traditionellt system och ett CO2-system uppdelat på kompressorer och kringutrustning.

Figuren ovan visar energianvändningen för de två typsystem i studien. CO2-systemet har runt 23 % lägre energianvändningen jämfört med NH3/köldbärare-systemet. CO2-systemet har betydligt mycket lägre energianvändning för kringutrustningen (pumpar och fläktar) – i det här fallet ca en femtedel medan det har ca 12 % högre energianvändning för kompressorerna. Den låga energianvändningen är mycket beroende på CO2-pumpens låga effekt för distributionen i ispisten. Som tidigare nämnts så använder CO2-pumpen 80-90 % mindre energi än traditionella köldbärarpumpar; vidare så gör den betydligt högre förångningstemperatur för CO2-system att effektiviteten blir hög.

## Systemens totalkostnad och LCC jämförelse

Livscykelkostnaden för systemen utvärdes under följande förutsättningar:

- Livscykel 15 år
- Elpris 1 kr/kWh
- Elprisökning 3%/år
- Energianvändning är samma som figur 2 och lika under hela livstiden
- Inflationen 2%
- Diskonteringsränta 5%
- Installationskostnaden ingår i kapitalkostnaden
- NH3/köldbärare systemet och CO2 helsystemet antas ha samma kapital kostnad: 3 000 000 kr.
- Årlig servicekostnad antas till: 7 % av kapitalkostnad för NH3/Köldbärare systemet och 5 % av kapital kostnad till CO2-systemet
- Ingen reparationskostnad eller utrustningsersättning och inget restvärde efter livscykeln.



Figur 3. Livscykelkostnad NH3/Köldbärare-system och CO2-system

Figuren visar att livscykelkostnaden av CO2-helsystemet är runt 18% lägre än NH3/Köldbärare-systemet tack vare lägre energikostnader och lägre underhållskostnad.

### Slutligen

CO2-kylsystem visar sig ha många fördelar men det finns också några nackdelar som presenteras enligt följande:

#### Fördelar

- 80-90% reduktion av köldbärarpumpens energianvändning
- Icke toxiskt eller brännbart köldmedium
- Låg underhållskostnad
- Möjlighet till värmeåtervinning vid hög temperatur
- Ingen korrosiv köldbärare

#### Nackdelar

- CO2's arbetstryck är relativt högt så det kräver anpassade komponenter
- CO2-kylsystem har något sämre prestanda vid hög omgivningstemperatur

Det finns idag ca 25 ishallar som använder med CO2 som köldbärare (Gen 1), se figur 1 (c) vilka varit i drift i många år med goda erfarenheter. I nuläget finns det tre ishallar i Kanada vilka installeras CO2-kylsystem enligt Gen 2, se figur 1 (a). I en rapport från ASHRAE (Simard 2012) har den första CO2-system-ishallen, Marcel Dutil Arena, en total energikostnad som är 25 % lägre jämfört med en liknande ishall i samma område. Det bekräftas att det är mycket tack vare en 90 % lägre pumpeffekt jämfört med traditionella köldbärarens pumpeffekt. Vidare så täcks 100% av värmebehovet i ishallen av värmeåtervinningen från CO2-kylsystemet.

Den stora utvecklingen av CO2-kylsystem inom butikskylapplikationer har möjliggjort en snabb sänkning av komponent- och systemkostnaderna. Idag uppvisar CO2-systemen mycket konkurrenskraftiga priser jämfört med traditionella system. Det sker också en snabb utbredning av serviceföretag som är utbildade på CO2-tekniken vilket borgar för god tillgång på både potentiella serviceföretag och välutbildade tekniker.

För mer information v.g. kontakta:

Jörgen Rogstam  
VD/Projektledare

Phone: +46 8 550 102 10  
Mobile: +46 76 858 15 45

Em@il: [jorgen.rogstam@ekanalys.se](mailto:jorgen.rogstam@ekanalys.se)

Tuyet Nguyen  
Produktansvarig

Mobile: +46 72 222 52 90

Em@il: [tuyet.nguyen@ekanalys.se](mailto:tuyet.nguyen@ekanalys.se)