

## Låga GWP alternativa köldmedier i värmepumpar

Olika kylmedel används i olika tillämpningar värmepumpsystem. CO<sub>2</sub> används framgångsrikt i transkritiskt cykeln i värmepumpar som täcker höga krav på vattentemperaturen. Kolväten (R-600a, R-290) är lämpliga för värmepumpar med låg kapacitet under 20 kW. Industriella värmepumpar kan vara baserade på R-600A eller ammoniak. Den totala andelen av naturliga köldmedier i värmepumpar är cirka 2%, medan resten 98% är HFC-medier i laddningar av 1,5-15 kg för att uppnå 5 till 50 kW värme kapaciteten<sup>i</sup>.

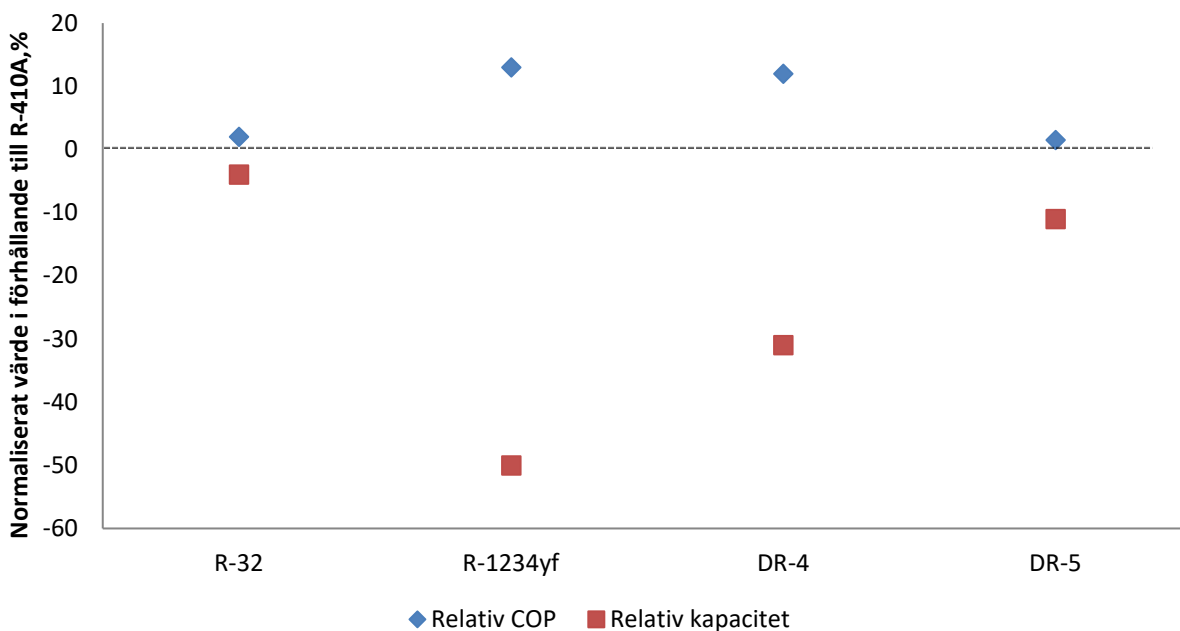
HFC blandningar R-404A, R-407C och R-410A är de mest dominerande köldmedier i värmepumpar applikationer. Av dem är R-410A en av de viktigaste köldmedier som används för värmepumpsystem i bostäder. R-410A är en nära-azeotropiska blandningen av R-32 och R-125 med 50/50% komposition. Den har ingen ozonnedbrytande potential (ODP), inte brandfarliga och inte giftiga. R-410A har goda termiska och transport egenskaper och hög volymetrisk kapacitet, men det kan ha ogynnsamma effekter på miljön i händelse av läckage eftersom det har relativt hög global uppvärmningspotential (GWP) som är 2088 gånger större än för CO<sub>2</sub>.

Det är svårt att eftermontera R-410A system med naturliga köldmedier, såsom i de flesta fall kommer det att krävas att formge systemet på nytt. Således ett antal syntetiska köldmedier föreslås som ersättningarna för R-410A med vissa av kandidaterna är fortfarande i utvecklingsstadiet. De flesta av de föreslagna köldmedier är brandfarliga och klassificeras enligt A2L eller 2L ASHRAE säkerhetsklassificering grupp. Några av dem är R-32, R-1234yf, R-1234ze (E), ARM-70a, D2Y-60, DR-5, HPR1A, L-41, R-32/R-134a, R-32 / R -152, R-1234ze (E) / R-32. Alla dessa köldmedier är lämpliga för drop-in. Andra låg GWP köldmedier, som CO<sub>2</sub> och ammoniak, är också möjliga R-410A ersättare, dock kräver intensiv omdesign.

Ett antal av de köldmedier har föreslagits att ersätta R-410A i värmepumpsystem. R-1234yf, till exempel, har mycket låg GWP = 4 och inget ODP. Drop-in utförande av R-1234yf i R-410A system i en kommersiellt tillgänglig 17,6 kW R-410A värmepump splitsystem visar att både köldmedier har liknande värmefaktorn (COP), men R-1234yf ger mycket lägre kapacitet (se figur 1)<sup>ii</sup>. R-1234ze (E) har liknande nackdelen grund av dess lägre ångdensitet och latent värme, alltså mycket större enhet krävs för att uppnå liknande prestanda som hos R-410A<sup>iii</sup>.

R-32 är en annan rent köldmedium som är lämplig för värmepumpar applikationer. Den har noll ODP, och ger betydande GWP minskning med GWP = 625. Den klassificeras som låg brandfarlig (A2L) och kan utgöra brandfara som fortfarande är större än motsvarande klassificeras R-1234yf på grund av snabbare brandspridning av R-32. R-32 har högre volymetrisk kapacitet än R-410A det som leder till reducerad köldmediefyllning och samtidigt bibehålla liknande system prestanda<sup>iv</sup>. Minskad köldmediefyllning kan också leda till ytterligare miljövinster i fallet med läckage av köldmedium. Drop-in-tester visar jämförbar kapacitet och ökningen i COP vid användning av R-32 i det system som utformats för R-410A. På grund av dess höga prestanda, kan R-32 föreslås som R-410A ersättning, men brandfarlighet oro är begränsar dess användning. Därför är det rekommenderat att använda R-32 i blandningar för att mildra dess brandfarlighet medan hålla låg GWP.

DuPont och Honeywell har föreslagit ett antal utvecklingsprojekt köldmedier att ersätta R-410A i värmepumptillämpningar. DuPont föreslår DR-4 och DR-5 R-1234yf baserade utvecklingsköldmedier med GWP inom intervallet 300-500 som ersättning för R-410A. I kommersiellt tillgängliga 17,6 kW R-410A värmepump splitsystem DR-5 överträffar R-410A visande högre COP och kapacitet, medan DR-5 visar betydligt lägre kapacitet, men högre COP (se figur 1)<sup>v</sup>.



Figur 1 – Relativa prestanda av nya låg GWP köldmedium i jämförelse med R-410A prestanda i värmepumptillämpningar (upprinnelse: Barve och Cremaschi (2012), Biswas och Cremaschi (2012)).

För den liknande tillämpning Honeywell undersöker möjligheten att använda mild brandfarliga tjockoljedrivna-baserade kylmediet blandning L-41. I testet, som utfördes i värmepump enhet med en nominell värmekapacitet av 5 kW, L-41 visar förbättrad effektivitet i förhållande till R-410A, men lägre kapacitet vid drop-in förhållanden<sup>vi</sup>. Mindre systemetsändringar behövs för kapacitet av att matcha baslinjen köldmedium.

R-32 och HFO-medier är de viktigaste köldmedlet kandidater som visar sig kunna användas som R-410A ersättare både i ren form och, mest sannolikt, i form av blandningar med andra köldmedier. Det kan konstateras att HFO-medier, som R-1234yf och R-1234ze (E), är inte lämpliga för direkt drop-in ersättning för R-410A i värmepumpsystem eftersom systemförändringar krävs för att hålla liknande prestanda värmepumpsystemet på grund av den låga kapaciteten av R-1234yf. Det här problemet kan klarade genom att använda köldmedier i blandningar med andra köldmedier i syfte att öka kapaciteten, som åtföljs med GWP ökning.

R-32 är lämplig för drop-in ersättning av R-410A när man tar i beaktande de säkerhetsfrågorna på grund av dess brandfarlighet. R-32 blandningar med andra köldmedier kan användas för att lindra brandfarlighet och hålla GWP låg.

Energibesparing och miljöhänsyn är de viktigaste orsakerna till att utveckla nya låga GWP köldmedier. Medan direkta bidrag av alla de föreslagna köldmedier till den globala uppvärmningen är lägre än för R-410A, är deras indirekt effekt fortfarande osäker. Med majoriteten av de kylmedel har GWP i ca. 500 och A2L brännbarhetsklass det är osannolikt att se brännbar mycket låg GWP kylmedel som är lämplig för drop-in ersättning av HFC- köldmedier, vilka användas i värmepumpar idag, utan att modifiera dessa system.

--

<sup>i</sup> Kauffeld, "Availability of Low GWP Alternatives to HFCs. Feasibility of an Early Phase-out of HFCs by 2020."

<sup>ii</sup> Barve and Cremaschi, "Drop-in Performance of Low GWP Refrigerants in a Heat Pump System for Residential Applications."

<sup>iii</sup> Koyama, Takata, and Fukuda, "Drop-in Experiments on Heat Pump Cycle Using HFO-1234ze (E) and Its Mixtures with HFC-32."

<sup>iv</sup> Barve and Cremaschi, "Drop-in Performance of Low GWP Refrigerants in a Heat Pump System for Residential Applications."

<sup>v</sup> Biswas and Cremaschi, "Performance and Capacity Comparison of Two New LGWP Refrigerants Alternative to R-410A in Residential Air Conditioning Applications."

<sup>vi</sup> Spatz, Yana Motta, and Achaichia, "Low Global Warming Refrigerants for Stationary Air Conditioning Applications."