

## Utvecklingen på köldmediefronten under året som gått

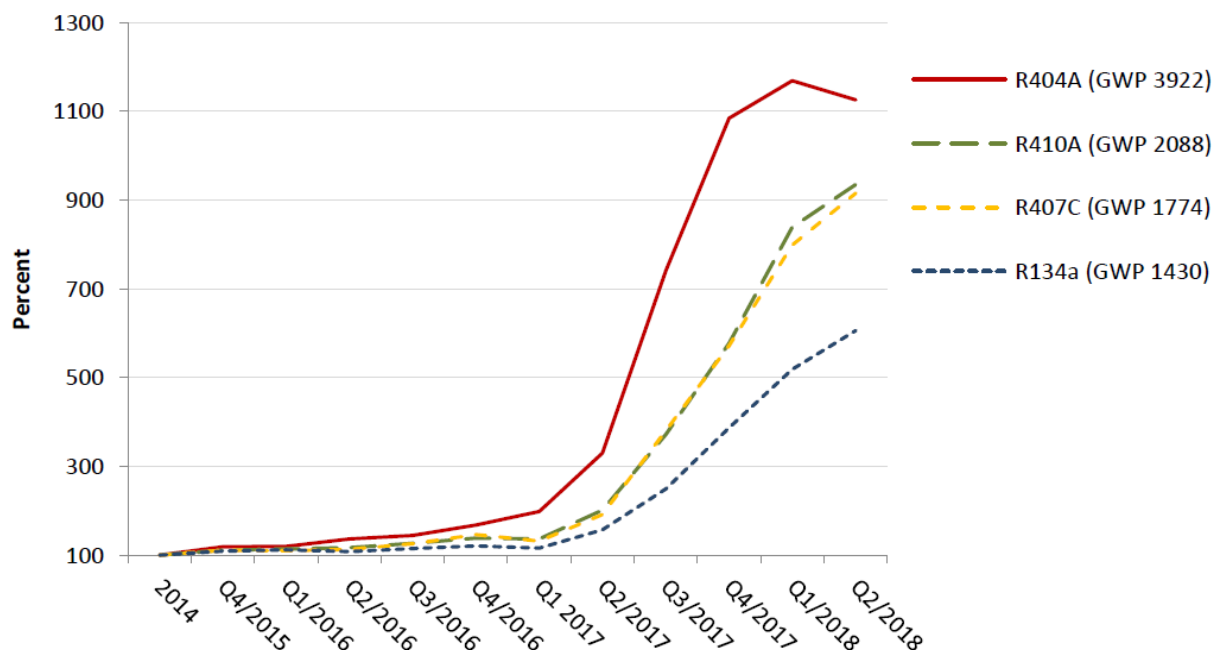
När vi kommit till den sista publikationen för året brukar vi traditionellt blicka tillbaka på det som hänt under året, med fokus på övergången till nya miljövänliga köldmedier. Här följer en sammanfattning av det vi tycker var viktigt under 2018.

### Köldmedier, tillgänglighet och priser

Ständigt stigande priser för konventionella köldmedier med hög GWP var en av de stora diskussionspunkterna under 2017. Under 2018 var dessutom tillgången på köldmedier ett bekymmer. Bilden bekräftas i en nyligen genomförd studie där majoriteten av de europeiska representanterna för kylindustrin uppger att man har upplevt en minskning av tillgången på konventionella HFC-köldmedier, 50% av de tillfrågade upplevde detta som ett problem gällande R134a och 60% och mer gällande R507A, R410A och R404A [1].

Enligt annan data har priserna på hög-GWP-köldmedier fortsatt att öka under detta år, med undantag för R404A, för vilket priset nådde sin kulmen under första kvartalet i år. När det gäller R410A, R407A och R134a har prisökningen fortsatt under de två första kvartalen 2018, men med en långsammare takt. Detta är den senaste tillgängliga statistiken vi har, men enligt Per Bertland, VD för Beijer Ref (Europas ledande kylgrossist), förväntas priserna vara stabila under de kommande månaderna [2].

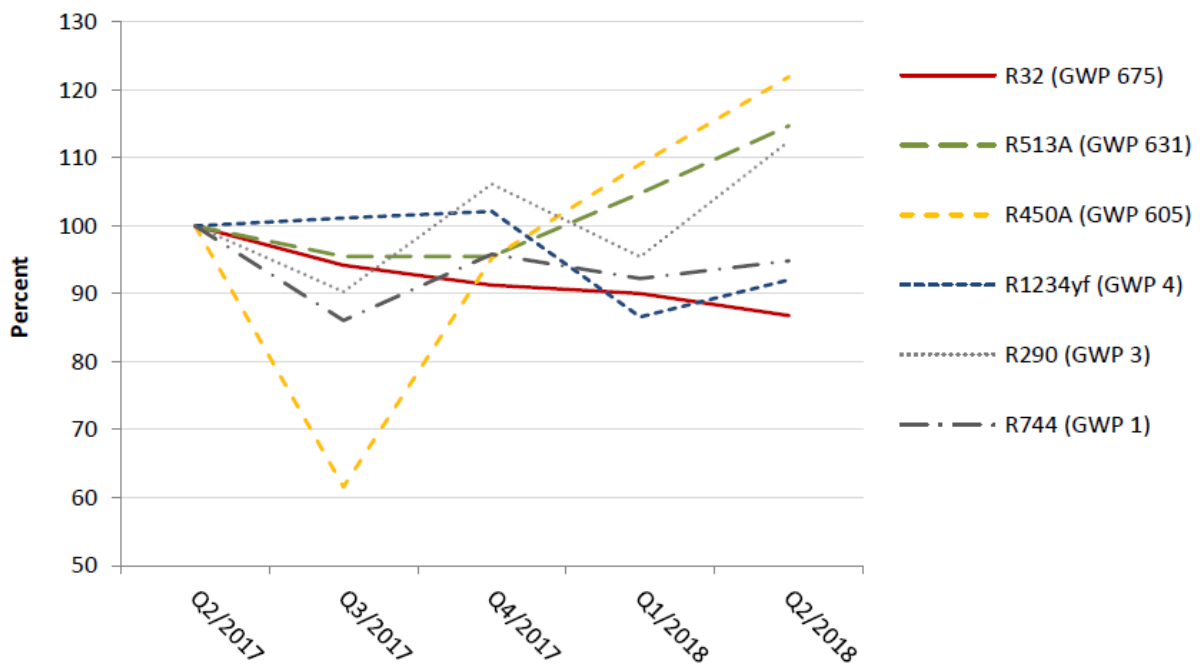
Om man tittar på priser omräknat i euro per ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, kan en större klyfta mellan R404A och R134a/R410A observeras, vilket tyder på att prisökningarna av R134a/R410A har varit större än för R404A. Detta beror sannolikt på de begränsningar som fastställs i EU:s F-gasförordning, som förbjuder användningen av nytillverkat R404A i merparten av den installerade utrustningen från och med 2020. Därför kommer också efterfrågan på detta köldmedium att minska eftersom lagring av detta köldmedium blir onödigt.



Figur 1. Utvecklingen av inköspriser för de vanligaste HFC-köldmedierna på OEM-nivå [3]

Det finns också en statistik gällande prisinformation för utvalda köldmedier med GWP på 675 och lägre. Uppgifterna är baserade på uppgifter från några få företag. Av de redovisade köldmedierna

varierar priset för R32, R450A och R513A mest. Man kan se att priset för R32 minskar, medan priserna för R450A och R513A klart ökar. Detta beror troligen på prisutvecklingen på R134a, vilket utgör nästan hälften av R513A och R450A.



Figur 2. Trend för inköpspriser på service-nivå för olika alternativa köldmedier [3]

### Nya köldmedier

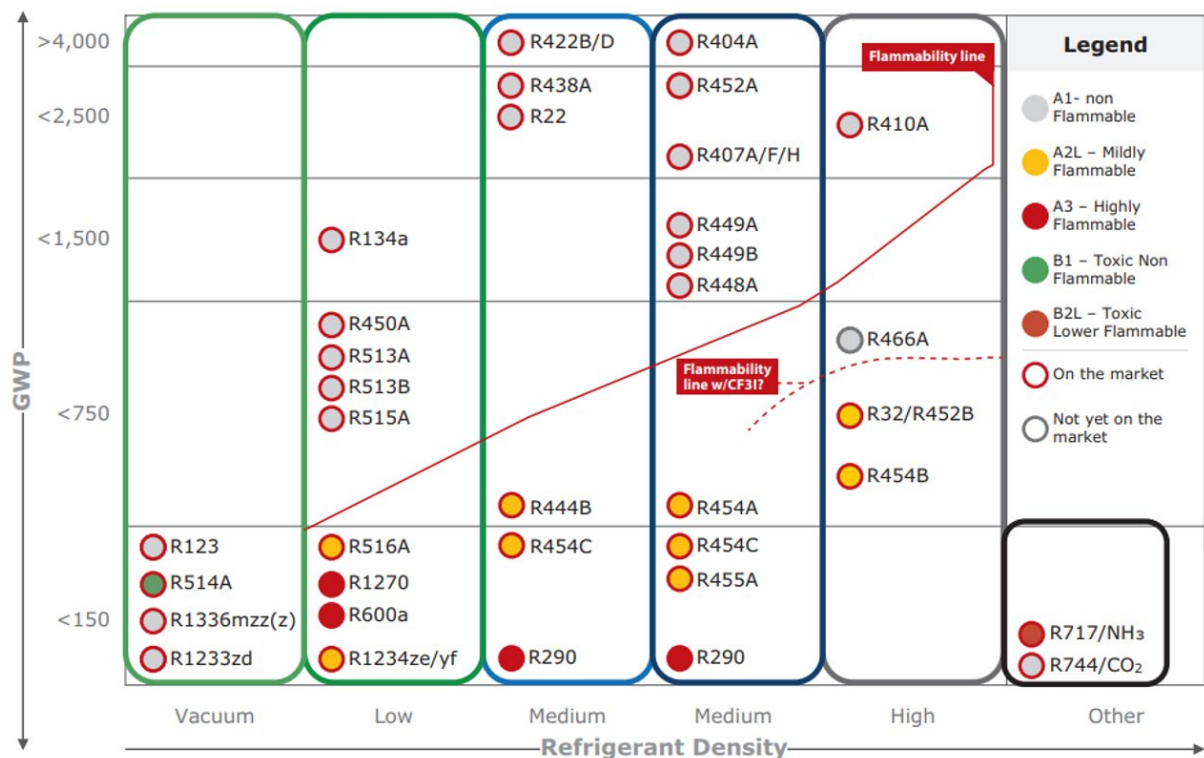
Takten med vilken nya köldmedier introduceras av kemiföretagen har saktat ned under året och i stället var företagen mestadels inriktade på kommersialisering av redan utvecklade köldmedier. Detta är resultatet av det tidigare genomförda arbetet med identifiering av nya låg-GWP-köldmedier där ett begränsat antal ämnen identifierats som tänkbara köldmedialternativ eller, ofta, som en komponent i en köldmedieblandning.

Ett antal av de nyligen kommersialiserade (eller snart kommersialiserade) rena köldmedierna och köldmedieblandningarna listas i Tabell 1 och presenteras i Figur 3. Listan kan förlängas ytterligare med ett fåtal icke brännbara lågtrycksköldmedier som främst används i vätskekylare med stora turbokompressorer och högttemperaturvärmepumpar (R1336mzz(Z), R1233zd(E) och R1224yd(Z)), samt med de utvecklade blandningarna innehållande R1132.

Som man kan se, anses endast ett fåtal syntetiska köldmedier (R1234yf, R1234ze(E), R152a och R32) kunna användas som alternativ till befintliga HFC-köldmedier med höga GWP. Samtidigt så kan de inte betraktas som drop-in ersättare eftersom de är brännbara och har andra egenskaper som förändrar förutsättningarna.

I listan över föreslagna köldmedier, har ett köldmedium fått en ökad uppmärksamhet under 2018, nämligen köldmedium R466A. R466A är en icke brännbar (A1) blandning av R32, R125 och R1311 (CF3I – trifluoriodomethane) med ett GWP på under 733 och som ses som en ersättning för R410A, för vilken inget annat icke brännbart låg GWP köldmedium har föreslagits. Även om R466A verkar

lovande som R410A- alternativ, har det inte studerats tillräckligt ännu och det finns fortfarande osäkerhet om dess långsiktiga kemiska stabilitet och materialkompatibilitet under förhållandena i kylcykeln [4].

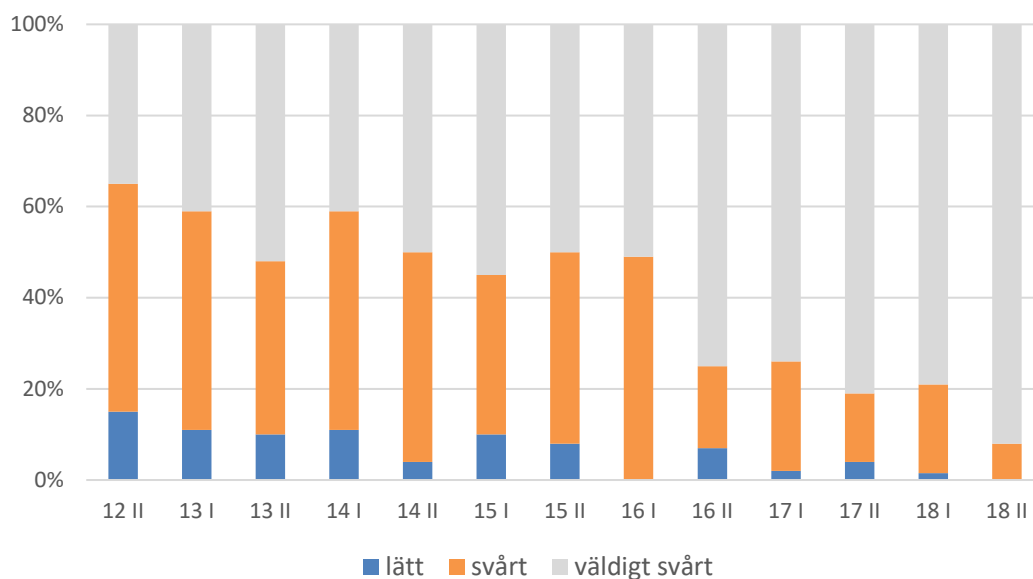


Figur 3. De vanligaste köldmedierna som används i olika applikationer (GWP kontra densitet (tryck) i de viktigaste köldmediegrupperna) [5]

Tabell 1. Möjliga alternativ till konventionella hög-GWP köldmedier

Naturligtvis kan naturligt förekommande ämnen, till exempel kolväten, CO<sub>2</sub> och ammoniak, användas som köldmedier i många traditionella tillämpningar, där hög-GWP-HFC:er används nuförtiden. Vår diskussion om dessa köldmedier har sammanfattats i en tidigare Kyla & Värme-artikel under detta år [6].

Medan konventionella hög-GWP-köldmedier var icke brännbara köldmedier utan eller med försumbar temperaturglide, har framtida köldmedier flera egenskaper som bör beaktas vid hantering av dem. Att arbeta med sådana köldmedier, liksom för att ordentligt kunna konvertera befintliga system med nya köldmedier, krävs en välutbildad personal, vilket är en bristvara idag. Enligt den senaste statistiken från Industrifakta AB, som nyligen presenterades av Per Jonasson [7], är det enligt 92% av de tillfrågade företagen "mycket svårt" att rekrytera nya tekniker, jämfört med 35% år 2012, Figur 3.



Figur 3. Halvårsundersökning där svenska kyl-, luftkonditionerings- och värmepumpsentreprenörer tillfrågas om hur svårt de har att rekrytera rätt kompetens till sina företag. Figuren visar situationen för servicetekniker. Källa: Industriefakta AB och Svenska Kyl & Värmepumpföreningen.

### Brännbarhet

Som framgår av tabell 1 är många av de föreslagna alternativen med låg GWP något brännbara, med undantag för CO<sub>2</sub> och vissa rena köldmedier som lämpar sig för applikationer med låga ångtryck (t ex hög temperatur värmepumpar). Eftersom det finns vissa risker förknippade med användningen av brännbara köldmedier har ett antal forskningsaktiviteter pågått under 2018 för att hantera dessa risker.

Ett exempel är Life front-projektet, ett EU-finansierat projekt som syftar till att undanröja hinder förknippade med standarder för brännbara köldmedier i kyl-, luftkonditionerings- och värmepumpstillämpningar [8]. Life front-projektet syftar till att öka "tillgången på lämpliga alternativ" i dessa applikationer, genom att förbättra systemets utformning för att hantera risker och uppmuntra användningen av klimatvänliga alternativ till fluorerade gaser.

Ett delresultat från projektet publicerades i den senaste rapporten "inverkan av standarder för kolväten som köldmedier i Europa" vilken undersöker den nuvarande användningen av kolväten och utvärderar effekterna av standarder för det framtida antagandet av utrustning som använder dessa köldmedier [9]. Rapporten ger en översyn av befintliga säkerhetsstandarder, presenterar resultaten från en undersökning av intressenter som för närvarande arbetar med kolväten, samt undersöker riskreducerande åtgärder som kan göra det möjligt att öka fyllnadsmängden för kolväten.

Medan rapporten handlar om brännbarhet hos alla brännbara köldmedier, ligger ett visst fokus på kolväten. Samtidigt har vi ett antal köldmedier som för närvarande används, och som anses kunna fortsätta användas i framtiden, vilka är brännbara syntetiska köldmedier med brännbarhetsklass 2 och 2L.

En viktig risk vid användning av brännbara syntetiska köldmedier är sannolikheten för bildandet av fluorvätesyra (HF). HF kan bildas när köldmedier som innehåller fluor utsätts för öppen flamma eller extremt varma ytor. Detta gäller för alla F-gaser, oavsett om de är klassade som brännbara (ASHRAE-

klass 2L, 2 eller 3) eller inte (ASHRAE-klass 1). Skillnaden är att brännbara köldmedier kan antändas och brinna på egen hand när det finns en antändningskälla och sålunda är sannolikheten för att HF-gaser genereras mycket större för dessa än för icke brännbara medier. Till följd av detta kan en enskild person eller en servicetekniker utsättas för farlig HF även efter att en eventuell brand är helt släckt [10].

Kolväten, även om de är mer brännbara, bildar ingen HF vid förbränning. På grund av deras höga brännbarhet är dock den tillåtna fyllnadsmängden begränsad genom ett antal standarder. Exempelvis använder EN 378, ISO 5149 och EN 60335-2-40 en formel (1) för att fastställa den gräns för fyllnadsmängd som tillämpas på brännbara köldmedier för luftkonditioneringsapparater, värmepumpar och avfuktare under "komfortförhållanden".

$$m_{max} = 2.5 \cdot LFL^{\frac{5}{4}} \cdot h_0 \cdot A^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Där:

$m_{max}$  - Tillåten maximal fyllnadsmängd i kg;

LFL - Lägre brännbar gräns i  $\text{kg m}^{-3}$

$h_0$  - höjd faktor (0.6, 1.0, 1.8 eller 2.0, beroende på monteringsplatsen för utrustningen)

A – rumsyta i  $\text{m}^2$

I rapporten som nämns ovan [9] hävdas att formeln (1) bygger på ett antal orealistiska antaganden och att metoden för fastställande av högsta tillåtna fyllnadsmängd för brännbart köldmedium därför måste omvärderas. En ökning av fyllnadsmängden är möjlig vid framtida revideringar av standarder och kan till exempel ingå i produktstandarden IEC 60335-2-89 i dess 2019-utgåva, där begränsningen av fyllnadsmängden för kolväten i kommersiell kylutrustning planeras höjas till cirka 500 g (från dagens 150g) och ännu större för brännbara köldmedier med lägre LFL.

## Energieffektivitet

Genom att använda energi mer effektivt kan invånarna i Europa sänka sina energiräkningar, minska sitt beroende av olje och gasimport samt bidra till att skydda miljön [11]. Vid utbyte av konventionella hög-GWP-köldmedier kan energieffektiviteten i en ny eller eftermonterad utrustning förbättras, förbli på samma nivå eller ibland försämrans. Detta beror på kombinationen av flera faktorer, inklusive skillnaden i de termodynamiska- och transportegenskaperna mellan köldmedier eller förändrade cykler i ny utrustning. Till exempel kan en tillverkare, för att minska fyllnadsmängden av ett brännbart köldmedium, välja mindre värmeväxlare vilket kan orsaka högre temperaturskillnader och därmed försämrade COP.

Användningen av köldmedier med låga GWP-värden kommer i slutändan att minska utsläppen av växthusgaser från kylsystem. Större delen av växthusgasutsläppen från kylsystem är emellertid indirekta utsläpp, det vill säga de som härrör från elenergin som konsumeras av ett kylsystem. Även om detta är känt sedan länge så har under 2018 det indirekta bidraget från kyl- och värmepumpsystem till global uppvärmning åter blivit ett allmänt diskuterat ämne. Med tanke på den pågående globala uppvärmningen och den ökade medvetenheten om klimatförändringen är det troligt att indirekta utsläpp från kylsystem kommer att adresseras genom att förbättra systemens energieffektivitet. Vid val av köldmedium är dock energieffektiviteten en mycket viktig faktor.

## Olaglig handel med köldmedier

Till följd av de ökade köldmediepriserna och bristande tillgänglighet har den illegala handeln med hög-GWP-köldmedier blivit en allvarlig fråga under 2018. Medvetenheten om den olagliga handeln kom ursprungligen för några år sedan när det sades att omkring 10 miljoner ton koldioxidekvivalenter (MT CO<sub>2</sub>e) importerades illegalt till EU 2015 [12]. Om det stämmer motsvarar det 5% av F-gaskvoten 2015, vilken totalt var 183,1 MT CO<sub>2</sub>e.

Mycket har hänt sedan 2015 och, inte minst, vad beträffar köldmediepriserna. Detta har i sin tur lett till att den illegala handeln och stöld av konventionella köldmedier (R404A, R410A, R507A och R134a) växt och utvecklats till en angelägen fråga för branschen. Fler än 80% av medlemsorganisationerna inom AREA, den europeiska paraplyorganisationen för entreprenörer inom kyl- och värmepumpsbranschen har uppgett att man är medveten om att det förekommer olaglig handel med R404A, R410A och R134a [13].

Även om den olagliga handeln påverkar genomförandet av F-gasförordningen och hindrar att miljömål uppnås, finns det också en risk för att olagligt importerat köldmedium kan påverka utrustningens tillförlitlighet och, viktigast, installatörers och användares hälsa och säkerhet, förutom att det bidrar till fortsatta utsläpp av F-gaser.

## Sammanfattning

Under 2018 har vi märkt att sökandet efter nya köldmedier som kan användas som alternativ till R404A och R134a har mattats av. I stället ges fokus åt att förbättra säker användning av redan identifierade köldmedier, minska illegal import, förbättra energieffektiviteten i systemen och ge utbildning till personer som kommer att behöva arbeta med övergången till nya miljövänliga köldmedier. Även om övergången till nya köldmedier just har börjat vet vi nu mer om vad som gäller i framtiden. Vi hör år 2019.

Följ gärna våra publikationer och prenumerera på vårt digitala nyhetsbrev. Anmäl dig genom att följa länken [www.energy.kth.se/ett\\_news](http://www.energy.kth.se/ett_news).

## Källor

- [1] AREA, "Installers increasingly aware of illegal trade of refrigerants," AREA. The Voice of European Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pump Contractors., Oct 2018. [Online]. Available: <http://area-eur.be/news/installers-increasingly-aware-illegal-trade-refrigerants>. [Accessed Nov 2018].
- [2] Cooling post, "Refrigerant prices expected to stabilise," Okt 2018. [Online]. Available: [www.coolingpost.com/world-news/refrigerant-prices-expected-to-stabilise/](http://www.coolingpost.com/world-news/refrigerant-prices-expected-to-stabilise/).
- [3] Öko Recherche, "Excerpt for participants: Monitoring of refrigerant prices against the background of Regulation (EU) No 517/2014," 2018.
- [4] Bitzer, "Refrigerant report 20," 2018.
- [5] Danfoss, "Köldmedier med lågt GWP-värde," 2018.

- [6] P. Makhnatch, R. Khodabandeh and B. Palm, "Naturliga köldmedier diskuterades under Gustav Lorentzen-konferensen," *Kyla&Värme*, vol. 05, 2018.
- [7] P. Jonasson, "The new F-gas regulation challenges RACHP business on multiple fronts," *Official journal of Centro Studi Galileo (CSG) and European Energy Centre (EEC)*, pp. 58-60, 2018.
- [8] Life Front, "About Us," Life Front, 2017. [Online]. Available: [lifefront.eu/about-us/](http://lifefront.eu/about-us/). [Accessed Nov 2018].
- [9] Life front, "Impact of standards on hydrocarbon refrigerants in Europe. Market research report," 2018.
- [10] B. P. Sunderland, "Seven burning questions about mildly-flammable refrigerants," *Heat pumping technologies magazine*, vol. 36, 2018 2018.
- [11] European comission, "Energy Efficiency," 2018. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency>.
- [12] Cooling post, "10m tonnes of illegal F-gas enters Europe," 01 May 2016. [Online]. Available: [www.coolingpost.com/world-news/over-10m-tonnes-of-illegal-f-gas-enters-europe/](http://www.coolingpost.com/world-news/over-10m-tonnes-of-illegal-f-gas-enters-europe/). [Accessed 2018].
- [13] AREA, "Survey on availability & supply of refrigerants," 2018.

Tabell 1. Möjliga alternativ till konventionella hög-GWP köldmedier

ASHRAE beteckning	Sammansättning	GWP AR4 (AR5)	Säkerhetsgrupp	Koktemperatur [°C]	Temperaturglide @ 1 bar [K]
<i>R134a : GWP 1430 (1300)</i>					
R450A	R1234ze(E)/134a	604 (547)	A1	-24	1
R456A	R32/1234ze(E)/134a	687 (627)	A1	-30	5
R513A	R1234yf/134a	631 (573)	A1	-30	0
R513B	R1234yf/134a	596 (540)	A1	-29	0
R515A	R1234ze(E)/227ea	293 (299)	A1	-19	0
R444A	R32/152a/1234ze(E)	92 (89)	A2L	-34	10
R516A	R1234yf/152a/134a	142 (131)	A2L	-29	0
R152a	-	124 (138)	A2	-24	0
R1234yf	-	4 (<1)	A2L	-30	0
R1234ze(E)	-	7 (<1)	A2L	-19	0
<i>R404A/R507A : GWP 3922 (3943)/ 3985 (3985)</i> <i>R22/R407C: GWP 1810 (1760)/ 1774 (1624)</i>					
R448A	R32/125/1234yf/1234ze(E)/134a	1387 (1273)	A1	-46	6
R449A	R32/125/1234yf/134a	1397 (1282)	A1	-46	6
R449B	R32/125/1234yf/134a	1412 (1296)	A1	-46	6
R460B	R32/125/1234ze(E)/134a	1352 (1242)	A1	-45	8
R452A	R32/125/1234yf	2140 (1945)	A1	-47	4
R452C	R32/125/1234yf	2220 (2019)	A1	-48	3
R460A	R32/125/1234ze(E)/134a	2103 (1911)	A1	-45	7
R449C	R32/125/1234yf/134a	1251 (1146)	A1	-44	6
R444B	R-32/152a/1234ze(E)	303 (302)	A2L	-45	10
R454A	R32/1234yf	239 (238)	A2L	-48	6
-	R32/1234yf/152a	251 (251)	A2L	-47	6
R454C	R32/1234yf	148 (146)	A2L	-46	8
R455A	R32/1234yf/CO <sub>2</sub>	148 (146)	A2L	-52	13
R457A	R32/1234yf/152a	139 (139)	A2L	-43	7
R459B	R32/1234yf/1234ze(E)	144 (143)	A2L	-44	8
R465A	R32/1234yf/290	145 (143)	A2	-52	12
<i>R410A : GWP 2088 (1924)</i>					
R32	-	675 (677)	A2L	-52	0
R452B	R32/125/1234yf	698 (676)	A2L	-51	1
R454B	R32/1234yf	466 (467)	A2L	-51	1
R459A	R32/1234yf/1234ze(E)	460 (461)	A2L	-50	2
R463A	R32/125/1234yf/134a/CO <sub>2</sub>	1494 (1377)	A1	-59	12
R466A	R32/125/1311	733 (696)	A1	-52	1