

Brochure | Lav-GWP kølemidler

Sæt tryk på **kølemiddel** **overgangen** og skru ned for **klimapåvirkningen**

Danfoss' produktportefølje for kølemidler med lavt GWP (globalt opvarmningspotentiale) giver dig mulighed for at bygge klimavenlige og bæredygtige løsninger og samtidig spare penge på prisstigninger eller afgifter til staten. Opdatering August 2019.



Få yderligere produktinformation,
coolselector.danfoss.dk

Flere end
25

kølemidler med
GWP <2500 er nu
kvalificeret til HVAC-R
applikationer

Danfoss og kølemidler med lavt GWP

Bæredygtige løsninger er i den bedste interesse for alle interessenter i vores branche. Bæredygtighed garanterer langsigtede investeringer og sikrer overholdelse af Corporate Social Responsibility.

Når man i dag taler om kølemidler og langsigtet bæredygtighed, tager Danfoss tre vigtige parametre i betragtning, som skal afstemmes

for at opnå en virkelig, bæredygtig balance: **økonomi, sikkerhed og miljø**. For at gøre det muligt for markedet at opnå disse CO₂-reduktionsmål arbejder Danfoss aktivt på at udvikle **løsninger for alternative kølemidler** med en pragmatisk tilgang og med systemeffektivitet, omkostninger og sikkerhed for øje. Vi tilbyder **en bred vifte af produkter og løsninger til**

syntetiske og naturlige kølemidler med et lavt GWP til både køling og air conditioning.



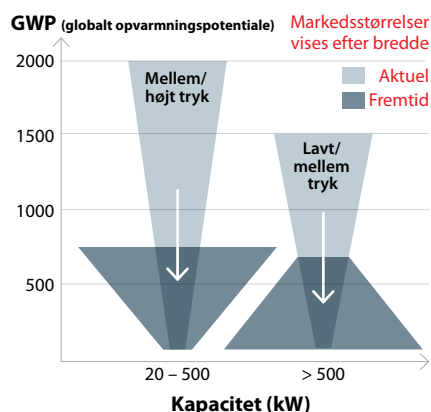
Få yderligere produktinformation, coolselector.danfoss.dk

Typiske applikationer og kølemiddeltyper

I fremtiden vil GWP-værdierne falde, fordi udfasningerne og kravene til energieffektivitet (MEP'er) er stigende. HVAC-R-eksperter vil fokusere på at anvende komponenter, som anvender mindst mulig fyldning, samt teknologier, der giver det bedste omkostning/ydelses-forhold for en given type kølemiddel. I løbet af de seneste år er situationen blevet yderligere kompliceret af betydelige prisstigninger og mangel på fluorerede kølemidler. Men skiftet til nye lav-gwp kølemidler betyder, at der kommer nye, mere effektive løsninger på markedet.

Chillers:

Afhængig af deres størrelse og den kompressorteknologi, de benytter, kører chillere med lav- til højtrykskølemidler og er opdelt i to kategorier: lavt/medium (L/M) og medium/højt (M/H) tryk. L/M-chillere der overgår fra R123, kan forblive ikke-brændbare ved at bruge HCFO HFO-løsninger såsom R1233zd (fig. 1). Men dette kølemiddel er forbudt i visse lande, for selvom dets ozonnedbrydningspotentiale (ODP) er meget lavt, så er det stadig over nul. R134a-applikationer kan anvende ikke-brændbare A1-løsninger med et GWP på under 640, eksempelvis med HFO-blandingerne R513A og R450A. A2L-klassificerede kølemidler skal godkendes i henhold til gældende sikkerhedsstandarder og byggeforskrifter. GWP-niveauet kan komme meget tæt på nul, hvis man benytter ren HFO R1234ze (fig. 1). Vi forventer, at branchefagfolk vil indføre dette kølemiddel med ultralavt GWP som en langsigtet løsning på disse systemtyper. Hvad angår chillere med M/H tryk er der ikke noget ideelt ikke-brændbart alternativ til de etablerede kølemidler såsom R410A. I stedet er branchefagfolk nødt til at acceptere A2L- eller endda A3-løsninger såsom R290. A2L-alternativer ligger i intervallet 500 – 700 GWP, som f.eks. R32/R452B/R454B. Brugen af dem bør være acceptabelt for systemer, der er installeret udendørs eller i maskinrum, men placeringen skal altid overholde



Figur 1: Markedsövergang og GWP-niveau pr. chiller-størrelse. De fleste af M/H chillers vil bruge kølemidler med en GWP omkring 750, og de fleste L/M chillers vil bruge kølemidler med ultralavt GWP

lokale sikkerhedsstandarder og byggeregulativer. Vi forudser, at valget af kølemiddel med høj densitet/tryk vil falde inden for to grupper: Hovedparten med et GWP på omkring 500 – 750 og en mindre, men stadig betydelig, gruppe, der anvender A3-kølemidler såsom R290. På længere sigt vil vi sandsynligvis se lavere GWP-niveauer på det primære marked. Det afhænger af kølemidlets tilgængelighed og pris. Udfasningen af F-gasser har indtil videre givet anledning til høje GWP-relaterede prisstigninger.

VRF-systemer:

VRF-systemer anvender relativt store mængder kølemiddel pr. enhed på grund af deres decentraliserede fordampere og efterfølgende rørledninger. Minimering af

rørstørrelsen kræver kølemidler med mellem til høj densitet, hvor de eneste alternativer til R410A er A2L-kølemidler, som f.eks. R32 eller R452B/R454B. Vi følger udviklingen af R466A – en ny A1-R410A-erstatning, der bruger det jobbaserede molekyle CF3I. Innovative alternative løsninger er under konstant udvikling. Vandbaserede systemer er et indlysende valg, og selv CO₂ er blevet foreslået.

Industriel køling:

Ved første øjekast ser industriel køling ud til at være en let sektor, hvad angår kølemidler med lavt GWP, men vi ser stadig mulige sikkerhedsmæssige risici samt muligheder for innovation. NH₃ (ammoniak) har været det foretrukne kølemiddel på grund af sin fremragende effektivitet og anvendes fortsat, efterhånden som efterspørgslen efter bæredygtige kølemidler stiger. Sikkerhedsbetyrninger kan dog potentielt begrænse succesen af NH₃, da det er giftigt, hvilket nødvendiggør omfattende foranstaltninger med henblik på anvendelse på en sikker måde. Vi har lært, hvordan vi reducerer antallet af fyldninger og organiserer større anlægsinstallationer. Det har betydet, at der er fundet nye og innovative måder til at reducere fyldningerne, f.eks. ved at kombinere NH₃ med CO₂ og fremstille mindre varmevekslere. CO₂ fungerer som brine og cirkuleres inde i større lagerbygninger.

Kommerciel køling:

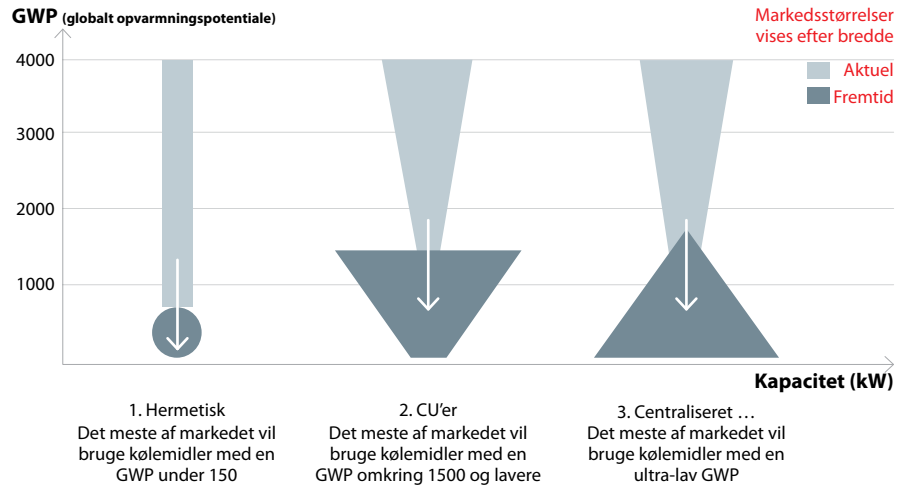
Kommercielle køleapplikationer er vidt forskellige i forhold til systemtyper og kølemidler. De omfatter kølerum, skabe med glasdøre, udstillingsreoler og gondoler, enten centraliserede eller plug-ins – hermetiske eller autonome – kølekredsløb med kondenseringsaggregater. Kommercielle køleapplikationer er grupperet i tre hovedkategorier.

1. Hermetisk forseglede

applikationer er velegnede til brug af kølemidler med lavt GWP, som er sikre på grund af deres lave fyldninger. Mange af disse systemer bruger allerede kulbrinter såsom R600a og R290, og EU-udfasning har krævet GWP-værdier på under 150 siden 2016 (Fig. 2). Den nye IEC 60335-2-89 standard tillader op til 500 g A3-kølemiddel og op til 1,2 kg A2L-kølemiddel – afhængigt af rummets størrelse.

2. Kondenseringsaggregater har en kølemiddelfyldning, der typisk ligger på mellem 1 og 20 kg, og sikkerheden for brændbarhed er afgørende, da mange af disse systemer kan tilgås af offentligheden. Kølemidler med højt GWP, som f.eks. R404A, har været anvendt i mange år, men nye, alternative A1- klassificerede HFC'er som R452A har en GWP-værdi på mindre end 60% af R404A. Ikke desto mindre byder effekten af højere afgangstemperaturer på kompressoren og effekten af kølemiddelglide på nye udfordringer.

Vi tror, at hovedparten af markedet hurtigt vil overgå til et gennemsnitligt GWP-niveau på ca. 1500, såsom R448A



Figur 2: Markedsovergang og GWP-niveauer for kommercielle køleapplikationer

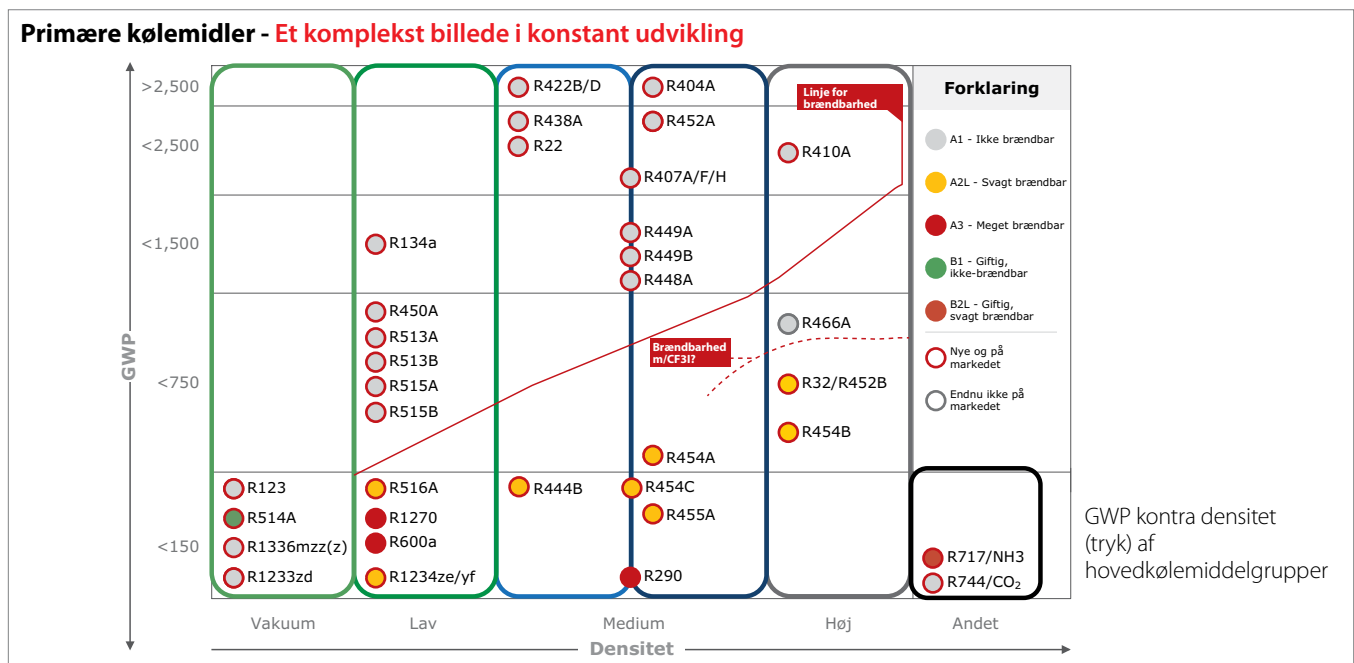
og R449A, før der langsomt søges efter andre løsninger med lavere GWP såsom CO₂, R290 (kulbrinter) eller HFO-blandinger med lavere GWP (fig. 2).

3. Centraliserede DX-systemer udgør langt det største forbrug af kølemiddel på grund af deres store fyldninger og store lækrater. I EU-nedfasningen skønnes de at bruge mere end 40% af baseline-værdien for kølemiddelmængde anbefalet i nedfasningen. I de seneste ti år er CO₂ blevet et brugbart kølemiddel og kan anvendes i forskellige systemopsætninger:

- Transkritiske systemer, hvor der anvendes CO₂ i alle kredsløb (MT og LT). CO₂-transkritiske systemer har også været medvirkende til at fremme udviklingen af integrerede opvarmnings- og kølesystemer, som forbinder kølemiddelvalget til systemtypen.
- Indirekte systemer, hvor et chillerlignende rack, der bruger HFC'er, HC'er eller NH₃, køler CO₂ i en

receiver, som derefter cirkuleres i MT-kredsløbet og køler det. LT er også omfattet af CO₂ og kondenserer enten direkte til den øverste chiller eller CO₂-MT-kredsløbet

- Kaskadesystemer, hvor CO₂ kun anvendes i LT-kredsløbet og og kondenserer i en veksler i MT-kredsløbet, der anvender HFC. Denne type system anvender stadig ca. 80% af det HFC-kølemiddel, der anvendes i et konventionelt system
- Geografisk placering påvirker energieffektiviteten i ethvert system på grund af den udendørs omgivelsestemperatur. Transkritiske CO₂-systemer har været kendte for at være ekstraordinært følsomme over for udendørstemperaturer. Den seneste udvikling med ejector teknologier har dog i betydelig grad forhøjet CO₂-systemers effektivitet, selv i meget varmt klima, og vi ser nu et markeds gennembrud, der vil tage yderligere fart i de kommende år.



Produkter til kølemedler med et globalt opvarmingspotentialt <2500

Produktgruppe	Produkt	Produktbeskrivelse	Tryk [bar]	R1233zd (E)	R1234yf	R1234ze (E)	R134a	R290, R600a	R32	R407A R407F
Elektroniske regulatorer ⁽¹⁾	AK-PC 7XX	Avancerede anlægsstyringer		●		●	●	●	●	●
	AK-PC 351/ 5XX	Standardanlægsstyringer				●**	●	●	●	●
	AK-CC 550/750	Kølemøbelregulator til elektronisk ekspansionsventil				●**	●	●	●	●
	AK-CC 250/350/450	Kølemøbelregulator til termostatiske ekspansionsventiler						●	●	●
	EKC 326a	CO ₂ - gastrykregulatorer								
	MCX	Programmerbare regulatorer		●		●		●	●	●
	EIM 336	Elektroniske overhedningsregulatorer				●	●	●	●	●
	EKE 1A, EKE 1B, EKE 1C (1V)					●	●	●	●	●
	EKC 313	Kaskade-indspøjtning med CO ₂		●		●		●	●	●
	EKC 315a	Overhedningsregulatorer		●		●		●	●	●
	EKC 361	Temperaturstyring		●		●		●	●	●
	EKE 347	Væskenniveauregulatorer		●		●			●	●
	ERC IIx / ETC, ERC (VSD)	For commercial refrigeration		●	●	●	●	●	●	●
Kompressorer til air conditioning	DSH / DCJ / DSF	Scrolls med IDV'er til air conditioning							● ⁽⁹⁾	
	HLJ / HCJ+ / SH	Scrolls til air conditioning								
	PSH	Scrolls varmeoptimeret								
	SY / SZ	Scrolls til air conditioning					●			
	VZH	Inverterscrolls til air conditioning								
	TT, TG, VTT	Turbocor oliefrie centrifugalkompressorer				●	●			
Kompressorer til køling	MTZ	Maneurop-stempelkompressor til mellemtemp.					●			●
	NTZ	Maneurop-stempelkompressor til lav temp.								
	MLZ	Scroll-kompressor til mellemtemperatur					●			●
	LLZ	Scroll-kompressor til lav temperatur								
	PL/TL/DL/FR/NL/SC/GS/ B/U/L/P/X/S	Mindre kommercielle AC-kompressorer til LBP/MBP			●		●	●		
	SLV, NLV, DLV, XV	Stempelkompressor til LBP/MBP, variabel hastighed						●		
	BD	Mindre kommercielle AC/DC-kompressorer til mobil køling			●		●	●		
Kondenseringsaggregater	Optyma™	Kondenseringsaggregater for mellemtemperaturkøling					●	●		●
	Optyma™	Kondenseringsaggregater for lavtemperaturkøling						●		
	Optyma™ Slim Pack, Optyma™ Plus	Kondenseringsaggregater for mellemtemperaturkøling					●			●
	Optyma™ Slim Pack, Optyma™ Plus	Kondenseringsaggregater for lavtemperaturkøling								
	Optyma™ Plus INVERTER	Kondenseringsaggregater for mellemtemperaturkøling								●
Elektroniske ekspansionsventiler	AKV 15/20	Elektroniske ekspansionsventiler	28 – 46				●			● ⁽⁵⁾
	AKVA	Elektroniske ekspansionsventiler	42				●			●
	AKVP	Elektroniske ekspansionsventiler	90				●			●
	ETS Colibri®	Elektroniske ekspansionsventiler	50	●*	●	●	●	●	●	●
	ETS 6 - 400	Elektroniske ekspansionsventiler	45.5/34			●	●			●
Elektroniske tryk og temperatur reguleringsventiler	CCM	Elektroniske modtryksregulatorer med	90				●			
	CCMT	stilstandsfunktion	140				●			
	CTM	Multi Ejector	140							
	CTR	3-vejs varmegenvindingsventil	140							
	KVS	Elektroniske, modulerende sugeventiler	45.5/34			●	●			●
	ICM	Industrielle, motoriserede reguleringsventiler	52/65			●	●			●
	ICMTS	Industrielle, motoriserede højtryksreguleringsventiler	140						●	
Sensorer og transmittere	AKS	Tryksensorer med 4 – 20 mA, volt. og ratiometrisk output	100	●		●	●	●	●	●
	AKS 4100	Væskenniveauregulatorer	100							●
	MBS 8200	Tryksensorer med 4 – 20 mA og ratiometrisk output	160	●		●	●	●	●	●
	AKS Temperature	Sensorer med Pt1000, Pt 1000 og termistorelementer		●	●	●	●	●	●	●
	GD	Gasdetekteringsfølere				●		●		
	DST P110	Tryktransmitter med ratiometrisk output og diagnostik	50	●		●	●	●	●	●
Varvevekslere	BPHE	Loddede pladevarvevekslere				●	●	●	●	●
	MPHE	Micro Plate-varvevekslere				●	●	●	●	●
	MCHE	Micro Channel-varvevekslere				●	●	●	●	●

⁽¹⁾ Parametre for andre kølemedler kan indtastes manuelt. Der henvises til kølemiddelkonstanter for ADAP-KOOL

●* Kvalificering igangværende --- ●** Kun i de seneste versioner af regulatorsoftwaren --- ●*** undtagen AKV20 ved mellemtemperatur konstant under 0 °C

⁽⁵⁾ Kun til loddeversion

⁽⁷⁾ Model- og kortrestriktioner kan gælde - kontakt Danfoss

⁽⁸⁾ Kan defineres af brugeren

⁽⁹⁾ DSH kun til R452/454B - DSF til R32

Produkter til kølemidler med et globalt opvarmingspotentiale <2500

Produktgruppe	Produkt	Produktbeskrivelse	Tryk [bar]	R1233zd (E)	R1234yf	R1234ze (E)	R134a	R290, R600	R32	R407A, R407F
Termostatiske ekspansionsventiler	TU	Termostatiske ekspansionsventiler i rustfrit stål	45.5		●*				●	
	TU		34		●*	●*	●	●		●
	TC		45.5		●*	●*	●	●	●	●
	T2		34				●			●
	TD1	Termostatiske ekspansionsventiler	34				●	●		
	TG		46		●	●	●	●	●	
	TE5-TE55		28				●			●
	TEA	Industrielle, termostatisk ekspansionsventiler								
Magnetventiler	EVR v2 ⁽²⁾	Generelle magnetventiler	32 – 45.2		● ⁽⁶⁾	● ⁽⁶⁾	●	● ⁽⁶⁾	● ⁽⁶⁾	●
	EVRA/T	Magnetventiler	42				●			●
	EVUL	Fuld hermetiske magnetventiler	90				●			●
	ICLX	Flexline™ -magnetventiler	52				●		●	●
Ventilstationer	ICF	Flexline™ -ventilstationer	52/65				●			●
Mekaniske tryk- og temperatur-reguleringsventiler	KVD	Receivertrykregulatorer					●	●		●
	KVC	Kapacitetsregulatorer					●	●		●
	KVL	Krumtaphusrykregulatorer					●	●		●
	KVP	Fordampningstrykregulatorer					●	●		●
	KVR	Kondensatortrykregulatorer					●	●		●
	CPCE	Varmgas-bypass-reguleringsventiler					●	●		●
	CVC / CVP	Pilotventil til ICS	65			●	●			●
	ICS	Mekaniske modtryksregulatorer	52/65			●	●	● ⁽¹⁰⁾		●
REG-S	Flexline™ -reguleringsventiler	52				●	●	●	●	
Pressostater	AKS 38	Elektromekaniske svømmeafbrydere	28			●			●	●
	KP	Pressostater	46			●	●	●		●
	RT					●			●	
	MP	Differenspressostater					●	●	●	●
	RT					●			●	
	ACB	Patronpressostater	45	●	●	●	●	●	●	●
	CCB		165							
Vandregulerings-ventiler	WVFX	Trykstyrede vandventiler					●	●		●
	WVO					●	●		●	
	WVS					●	●		●	
Filtre og tørrefiltre	DCR / DRE	Receiver tørrefiltre med udskifteligt dæksel	28/46	●		●	●		●	●
	DMC / DCC	Receiver-tørrefiltre	42	●		●	●	●	●	●
	DML / DCL	Tørrefilter til væskeledning	46	●	●	●	●	● ⁽³⁾	● ⁽³⁾	●
	DMB / DCB	Biflowtørrefiltre	46	●	●	●	●	● ⁽³⁾	● ⁽³⁾	●
	DAS	Burn-out-tørrefiltre	35	●	●	●	●	● ⁽³⁾	● ⁽³⁾	●
	DMT	Tørrefiltre til transkritiske anvendelser	140							
	DMSC	Tørrefilter til subkritiske applikationer	52							
Kontraventiler	NRV	Stempelkontraventiler	49		●	●	●	● ⁽⁴⁾	● ⁽⁴⁾	●
	NRVA		40				●	● ⁽¹⁰⁾	●	●
	CHV-X	Flexline™ -kontraventiler	52/65				●	●		●
	SCA-X	Flexline™ -kontra- og stopventiler	52/65				●	●		●
Afspærringsventiler	GBC	Afspærringskugleventiler	45		●	●	●	● ⁽⁴⁾	● ⁽⁴⁾	●
	BML	Afspærringsmembranventiler	28		●	●	●	● ⁽⁵⁾	●	
	SNV / SVA	Måleventiler / Flexline™ -stopventiler	52/65			●	●	●	●	●
Skueglas	SG	Skueglas til lave tryk	35				●			●
	SGP	Skueglas til høje tryk	52		●	●	●	● ⁽⁵⁾	● ⁽⁵⁾	●

* Kvalificering igangværende

⁽²⁾ Ny EVR: 45,2 bar

⁽³⁾ Tørrefiltre med tilslutningsstørrelse under 25 mm - kvalificering af nævnte tørrefiltre til R452B og R454B igangværende - kvalificering af DMSC/52bar til CO₂ igangværende

⁽⁴⁾ NRV med tilslutningsstørrelse under 22 mm / GBC med tilslutningsstørrelse under 25 mm

⁽⁵⁾ Kun til loddeversion

⁽⁶⁾ EVR v2 med loddetilslutning >28mm og uden igangværende manuel spindel

⁽¹⁰⁾ kun R600A

Fordele ved kølemidler til din HVACR-anvendelse

Kølemiddel	Anvendelse	Køling												Luftkonditionering						Varmepumper								
		Køleanlæg i hjemmet			Mindre kommercielt køleanlæg			Kommercielle rack og kondensering-saggregater			Industriel køling			Klimaanlæg i hjemmet (herunder reversible systemer)			Kommercielt klimaanlæg			Bolig- og kommercielle varmepumper			Industrielle varmepumper					
	Watt	50 – 300			150 – 5000			> 5.000			> 1.000.000			1.000 - 20.000			> 20.000											
	Område/år	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027	2018	2022	2027
CO ₂ R744	NAM																											
	Europa																											
	Kina																											
	ROW																											
NH ₃ (2L) R717	NAM																											
	Europa																											
	ROW																											
HC	NAM																											
	Europa																											
	Kina																											
	ROW																											
HFC	NAM																											
	Europa																											
	Kina																											
	ROW																											
HFC/HFO under GWP 700	NAM																											
	Europa																											
	Kina																											
	ROW																											

■ Primært kølemiddel
 ■ Almindeligt brug
 ■ Begrænset brug og kun i særtilfælde
 Ikke relevant eller uklar situation

* Ammoniak/CO₂-kaskade vil dominere industriel køling
 Tabel 1: Globale tendenser i køling og air conditioning (status i 2017)

Set ud fra et globalt perspektiv er tendensen i branchen at overgå mere og mere til løsninger med naturlige kølemidler, når det er teknologisk forsvarligt og økonomisk gennemførligt. Syntetiske kølemidler vil sandsynligvis stadig spille en vigtig rolle i både køle- og air conditioningindustrien, hvor tendensen også er på vej mod nye substanser med lavt GWP, som har minimal påvirkning af miljøet.

CO₂ (R744)

- CO₂'s GWP er lig med 1
- Egner sig godt til **dagligvarebutikker**, hvor effekten i tilfælde af lækage er minimal, og hvor dens termodynamiske egenskaber gør den til det ideelle medie til varmegenvinding
- Transkritiske CO₂-cyklusser afgiver en stor del af varmen fra kredsløbet ved høje temperaturer, hvilket gør det velegnet til **varmepumper**
- I **industriel køling** er CO₂ et middel til at reducere fyldningen af ammoniak og øge effektiviteten

- Inden for **transportkøling** og **køling af elektronik** er CO₂ en ikke-brændbar, miljøvenlig løsning

Ammoniak (NH₃ - R717)

- Med et GWP og ODP (ozonnedbrydnings-potentiale) lig med nul og en omkostning (pr. kg), der er betydeligt lavere end omkostningerne forbundet med HFC
- Er ammoniak et af de mest **energieffektive** kølemidler til anvendelser fra høje til lave temperaturer. Med den stadigt stigende fokus på energiforbrug er ammoniak et bæredygtigt valg for fremtiden
- Ammoniak har bedre **varmeoverførende egenskaber** end de fleste kemiske kølemidler, og derfor vil anlægs- og driftsomkostninger være lavere

Kulbrinter (R290, R600)

- Giver høj energieffektivitet, god volumetrisk kapacitet og store driftsområder sammenlignet med HFC'er
- Brændbarheden begrænser anvendelsen til **små systemer** og **chillere** (f.eks.

til **dagligvarebutikker** eller til **air conditioning-systemer**, der er installeret uden for bygningen)

- Muliggør meget lave fordampningstemperaturer uden overophedning af kompressoren ved brug i **varmepumper** (med HFC'er skal der suppleres med et elektrisk varmelegeme på meget kolde dage eller dyrere gas/væskeindsprøjtning)
- **Medium-GWP HFC/HFO-blandinger**
- En overgangsløsning, der kan bruges i retrofit af HFC-systemer med højt GWP. Løsninger med medium-GWP, <1.500, og ikke-brændbar er specielt tilrådet, hvor indendørs fyldninger kan være et problem, og alternative systemløsninger er for dyre

Svagt brændbar HFC og HFO

- Lavt GWP og lav brændbarhed gør disse kølemidler velegnede til **relativt store systemer**
- Især interessant til **air conditioning**, hvor der er en mangel på ikke-brændbare (A1) naturlige alternativer



Scan her for direkte adgang til **Danfoss' hvidbog**

Læs mere om energieffektivitet og dine muligheder med kølemidler på refrigerants.danfoss.dk