

GUIDELINE

Omstilling af anlæg med HFC-kølemidler med GWP over 2.500

- Skal du skifte kølemiddel eller investere i nyt udstyr?

Introduktion til denne guideline

Denne guideline har fokus på, hvordan man mest effektivt kan tilpasse sig nye internationale, europæiske og nationale reguleringer vedrørende anvendelse af kølemidler med stor drivhuseffekt. Nogle kølemidler af HFC-typen har så stor drivhuseffekt, at udledning af 1 kg kølemiddel svarer til udledning af op til ca. 4.000 kg CO₂.

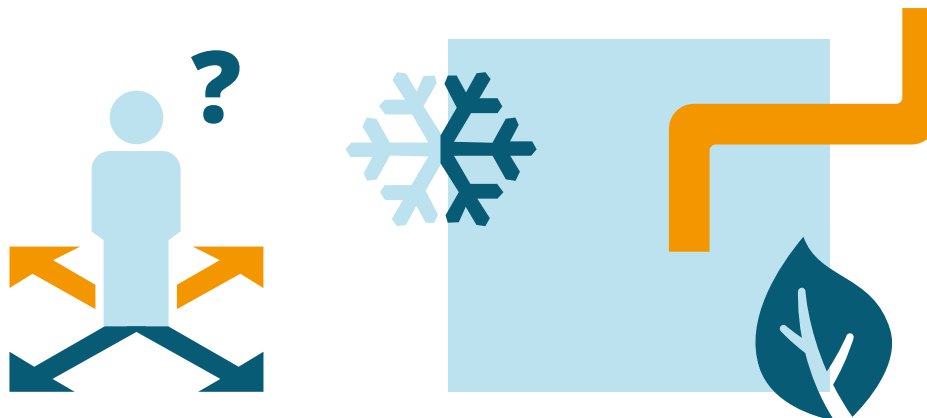
Reguleringerne bl.a. i EU's F-Gasforordning betyder, at det efter den 1. januar 2020 kan være problematisk – og på sigt næsten umuligt – at fortsætte drift af eksisterende anlæg med kølemidler af HFC-typen med høj GWP-værdi.

Ejere og brugere af anlæg med HFC-kølemiddel med GWP over 2.500 er derfor nødt til at tage stilling til, hvordan problemerne skal håndteres for at undgå at stå i en situation, hvor fortsat drift af eksisterende udstyr ikke længere er en mulighed.

Hovedspørgsmålet er, om det er teknisk og økonomisk forsvarligt at foretage et skift til HFC-kølemiddel med GWP-værdi under 2.500 på eksisterende udstyr, eller om der skal investeres i nyt udstyr med miljømæssigt fremtidssikre kølemidler i form af HFC-kølemiddel med lav GWP eller naturlige kølemidler.

Det er også et spørgsmål, om man skal sørge for at etablere sig en lagerbeholdning af genanvendt eller regenereret kølemiddel, så man er i stand til at håndtere udslip som skyldes utæthed og uheld.

Denne guideline, der er udarbejdet for Miljøstyrelsen af Teknologisk Institut i samarbejde med Dansk Køl & Varme, Ahlsell og Danfoss, kan hjælpe dig med at tage stilling til disse spørgsmål.





Forskellige kølemidler

- Hvad skal jeg være opmærksom på?

På anlæggenes mærkeplader kan man se, hvilket kølemiddel der anvendes. Kølemidler er angivet ved et R efterfulgt af et tal og eventuelt et lille eller stort bogstav, som f.eks. R404A.

Syntetiske

Man kategoriserer ofte kølemidler i syntetiske og naturlige kølemidler. Både syntetiske og naturlige kølemidler kan være brændbare. Installationer, der benytter brændbare kølemidler, skal designes og konstrueres således, at der tages hånd om de sikkerhedsmæssige forhold.

Alle kølemidler er klassificeret efter både giftighed og brændbarhed, som er angivet med giftighedsklasse og brændbarhedsklasse, f.eks. A1 svarende til lav giftighed og ingen brændbarhed.

Tabel 1:

Giftighedsklasser	
A	Lav giftighed (Lower Toxicity)
B	Høj giftighed (Higher Toxicity)

Hvis det første tal i kølemiddelbetegnelsen RXXX er 2, 3 eller 4, er der med enkelte undtagelser tale om et HFC-kølemiddel, f.eks. R404A.

En vigtig undtagelse er R290 (propan), som er et naturligt kølemiddel.

Drivhuseffekt?

Næsten alle HFC-kølemidler har drivhuseffekt. Høj og lav GWP-værdi angiver henholdsvis, om kølemidlet er en kraftig eller en mild drivhusgas.

Ved at iblande et HFO-kølemiddel i et HFC-kølemiddel opnår man en sænkning af GWP-værdien i forhold til det rene HFC-kølemiddel. Mange blandingsprodukter med lav GWP-værdi er brændbare og har temperaturlid (glide) af væsentlig størrelse. De fleste "nye" kølemidler med lav GWP-værdi er zeotropiske blandinger med et betydeligt glide.

Eksempler på HFC-kølemidler (blandingsprodukter) med GWP over 2.500, som eventuelt kræver retrofit til kølemiddel med lavere GWP, er angivet i Tabel 3 på næste side.

Tabel 2:

Brændbarhedsklasser	
1	Ingen brændbarhed (No Flame Propagation)
2L	Lav brændbarhed (Lower Flammability)
2	Brændbarhed (Flammable)
3	Høj brændbarhed (Higher Flammability)



Tabel 3: HFC-kølemidler med GWP > 2.500

Indhold af rene kølemidler i blandingsproduktet					
			R134a	R125	R143a
	Class		A1	A1	A1
		GWP ₁₀₀	3.500	3.500	4.300
R404A	A1	4.200	4%	44%	52%
R507A	A1	4.300		50%	50%

Tabellen viser, at R404A og R507A begge er klassificeret som A1, dvs. lav giftighed og ingen brændbarhed, og at de består af blandinger af R134a, R125 og R143a i forskellige forhold.

Ved skift fra ikke brændbart til brændbart kølemiddel i forbindelse med retrofit skal hele installationen være egnet, eller ændres til at være egnet, til anvendelse af brændbart kølemiddel.

Tabel 4: Eksempler på ikke brændbare kølemidler med GWP < 2.500

Indhold af rene kølemidler i blandingsproduktet									
			R600a	R1234yf	R600	R1234ze	R32	R134a	R125
	Class		A3	A2L	A3	A2L	A2L	A1	A1
		GWP ₁₀₀	3	4	4	7	675	1.340	3.500
R460B ³⁾	A1	1.300				27%	28%	20%	25%
R448A ^{3,4)}	A1	1.400		20%		7%	26%	21%	26%
R449A ^{2,3,4)}	A1	1.400		25,3%			24,3%	25,7%	24,7%
R449B ⁴⁾	A1	1.400		17,6%			41,8%	23,1%	17,5%
R407H ⁴⁾	A1	1.500					56,4%	42,6%	1%
R407F ^{1,4)}	A1	1.800					30%	40%	30%
R460A ³⁾	A1	2.100				22%	12%	14%	52%
R407A ^{1,4)}	A1	2.100					20%	40%	40%
R452A ^{2,3,4)}	A1	2.100		30%			11%		59%
R452C ³⁾	A1	2.200		26,5%			12,5%		61%
R438A ⁴⁾	A1	2.200	6%		1,7%		8,5%	44,2%	45%

^{1) 2)} Foreslået af Ahlsell "på kort sigt" ¹⁾, som "overgang" ²⁾

³⁾ Nævnt af Bitzer som "Low-GWP Alternatives"

⁴⁾ Nævnt af Danfoss som alternativ kandidat for R404A

Det er yderst vigtigt at forholde sig til denne problemstilling – og i de fleste tilfælde vil det være meget besværligt og dyrt at ændre til anvendelse af brændbart kølemiddel.

Omfanget af kølemidler med GWP under 2.500, der kan benyttes til retrofit fra R404A og R507A, er relativt stort, og i det følgende angives både ikke brændbare og brændbare muligheder.

Eksempler på **ikke brændbare kølemidler** med GWP under 2.500, der kan bruges til retrofit fra R404A og R507A, er angivet i Tabel 4 forrige side. Skemaet viser bl.a., at alle de ikke brændbare erstatningskølemidler er blandinger, der primært består af R32, R134a og

R125, og at der ikke findes ikke brændbare alternativer i Class A1 med GWP under ca. 1.300.

Køle- og varmepumpebranchen viser stor interesse for R448A, R449A og R452A, og derfor er disse tre kølemidler mest interessante at forholde sig til. De tre kølemidler er markeret med lyseblå i Tabel 4.

Eksempler på **brændbare kølemidler** med GWP under 2.500, der kan bruges til retrofit fra R404A og R507, er vist i Tabel 5 herunder. Skemaet viser bl.a., at de brændbare erstatningskølemidler er både rene stoffer (R1234yf, R1234ze, R32) og blandinger, der primært består af R1234yf og R32, samt at GWP-værdierne i alle tilfælde er under ca. 700.

Tabel 5: Eksempler på brændbare kølemidler med GWP <2.500

Indhold af rene kølemidler i blandingsproduktet								
			R744	R290	R1234yf	R1234ze	R152a	R32
	Class		A1	A3	A2L	A2L	A2	A2L
		GWP ₁₀₀	1	3	4	7	124	675
R1234yf ³⁾	A2L	<1			100%			
R1234ze ³⁾	A2L	<1				100%		
R457A ¹⁾	A2L	150			70%		12%	18%
R459B ²⁾	A2L	150			69%	10%		21%
R465A ²⁾	A2L	150		7,9%	71,1%			21%
R455A ^{2,3)}	A2L	150	3,0%		75,5%			21,5%
R454C ^{1,2,3,)}	A2L	150			78,5%			21,5%
R454A ^{1,2,3,)}	A2L	250			65%			35%
R444B ³⁾	A2L	310						
R32 ³⁾	A2L	704						100%

¹⁾ Foreslået af Ahlsell "på længere sigt"

²⁾ Nævnt af Bitzer som "Low-GWP Alternatives"

³⁾ Nævnt af Danfoss som alternativ kandidat for R404A



Naturlige

Hvis det første tal i kølemiddelbetegnelsen **RXXX** er 1, 2, 6 eller 7, er der tale om et naturligt kølemiddel, f.eks. **R717**.

Tabel 6: Naturlige kølemidler:

	Class	GWP ₁₀₀	Betegnelse
R717	B2L	0	Ammoniak
R718	A1	0	Vand
R723	B2	1	Blanding af ammoniak og dimethylether
R744	A1	1	Kuldioxid CO ₂ (referenceværdi for GWP)
R1270	A3	2	Propylen
R290	A3	<1	Propan
R600a	A3	<1	Isobuthan
R600	A3	<1	Buthan
R170	A3	1,4	Ethan

Tabel 6 viser bl.a., at alle naturlige kølemidler har meget lave GWP-værdier, max GWP-værdi på 2, og er klassificeret meget forskelligt mht. giftighed og brændbarhed.

R170 (Ethan), **R290** (Propan), **R600** (Buthan) og **R600a** (Isobuthan) samt **R1270** (Propylen), der betegnes som kulbrinter, har alle lav giftighed og høj brændbarhed. Disse kølemidler er kendte gasarter for gasforbrugende installationer.

R717 (Ammoniak) har høj giftighed og lav brændbarhed og er termodynamisk et suverænt kølemiddel for store industrielle anlæg.

R718 (Vand) og **R744** (CO₂ - kuldioxid) har lav giftighed og lav brændbarhed. CO₂ er kendt for at have et meget højt tryk sammenlignet med alle andre kølemidler, men er ikke ufarligt. CO₂ findes i små koncentrationer i udeluft, men stigende koncentration påvirker åndedrætsfunktionen og forårsager bevidstløshed ved koncentrationer over 10%.

R723 (blanding af ammoniak og dimethylether) har høj giftighed og brændbarhed. Ether er bl.a. kendt for dets bedøvende evne.

Det er kun kulbrinterne **R170** (Ethan), **R290** (Propan), **R600** (Buthan) og **R600a** (Isobuthan) samt **R1270** (Propylen), der kan bruges til retrofit. Disse kølemidler har alle høj brændbarhed. De andre naturlige kølemidler kan af forskellige årsager kun benyttes til nye anlæg.

International, europæisk og national regulering

– 1. januar 2020 er en afgørende dato

Efter 1. januar 2020

Ifølge F-gasforordningen er det efter den 1. januar 2020 forbudt at anvende HFC-kølemidler med GWP over 2.500 (bl.a. R404A og R507A) til service og vedligehold på anlæg med fyldning over 40 ton CO₂-ækvivalenter, hvilket svarer til fyldninger på ca. 10 kg for R404A og R507A. Det er dog tilladt at benytte HFC med over 2.500 i GWP til afkøling af produkter til temperaturer under -50° C.

Indtil 1. januar 2030

Indtil den 1. januar 2030 er det tilladt at anvende regenereret HFC-kølemiddel med GWP over 2.500 (bl.a. R404A og R507) til service og vedligehold på eksisterende anlæg.

Den europæiske regulering på området bevirker, at anvendelsen af de kraftige drivhusgasser i kølesystemer reduceres i hele EU, inklusive Danmark.



Bekendtgørelse nr. 1326 af 19/11/2018

Ifølge den danske bekendtgørelse er det kun tilladt at anvende nye eller genvundne HFC-kølemidler med GWP over 5 til servicering af køleanlæg, airconditionanlæg, varmepumper og affugtere og til servicering af airconditionanlæg i køretøjer og fly.

Skift af kølemiddel af samme type fra høj GWP til lav GWP på et eksisterende anlæg betragtes ikke som nyt anlæg og er derfor ikke underlagt kravene om maksimal fyldning på 10–50 kg for nye anlæg.

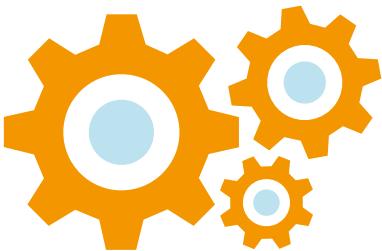
50 kg er maksimal fyldningsgrænse for varmepumper eller kølesystemer til varmegenvinding færdigsamlet fra fabrik. 10 kg er maksimal fyldningsgrænse for køleanlæg, varmepumper og airconditionanlæg (komfortkøling).

Skift til andet kølemiddel af samme type er tilladt, da det anses for servicering, forudsat at kølemidelfyldning ikke øges ud over tilladte grænse. Skift til anden type kølemiddel er ikke tilladt, fx fra HFC til HCFC.



Relevante anlægstyper for retrofit

- Store, nyere og dyre anlæg



Tabel 7: Opdeling i anlægstyper i Europa (Danfoss)

	Køling									Luftkonditionering									Varmepumper								
Anvendelse	Køle-anlæg i hjemmet			Mindre kommer-cielt køle-anlæg			Kommer-cielle rack og konden-serings-aggregater			Industriel køling			Klima-anlæg i hjemmet			Kommer-cielt klima-anlæg			Bolig- og kommer-cielle var-mepumper			Industriel varme-pumper					
Watt	50 - 300			150 - 5.000			> 5.000			> 100.000			1.000 - 20.000			> 20.000											
Årstal	'18	'22	'27	'18	'22	'27	'18	'22	'27	'18	'22	'27	'18	'22	'27	'18	'22	'27	'18	'22	'27	'18	'22	'27	'18	'22	'27
HFC	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Signaturforklaring: ● = Primært kølemiddel ● = Almindeligt brugt kølemiddel ● = Begrænset brug og kun i særtilfælde ● = Ikke relevant eller uklar situation

Der findes utallige varianter af anlægstyper, og Danfoss har eksempelvis lavet en opdeling , som ses i Tabel 7.

Figuren viser, at Danfoss overordnet set forventer at brugen af HFC-kølemidler formindskes i hele Europa – og denne trend gælder formodentlig også for Danmark. Figuren viser også, at HFC er "almindeligt brugt" til køling og benyttes som "primært kølemiddel" til luftkonditionering og varmepumper.

Ud fra figurens applikationer med anvendelse af HFC-kølemidler vil det være relevant at overveje retrofit på primært store, nyere og dyre anlæg – hovedsageligt for at forlænge levetiden på eksisterende anlæg, inden der skal foretages udskiftning til nye anlæg.

Industriel køling i MW-størrelser udelades, fordi det typisk er ammoniak anlæg, og tilsvarende gælder for industrielle varmepumper.

Målgruppen for retrofit er dermed indskrænket til kommercielle racks og kondenseringsaggregater (> 5 kW) samt kommercielle klimaanlæg (> 20 kW).

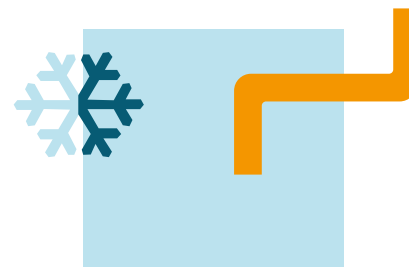
De dertil tilhørende anlægstyper er angivet i Tabel 8 herunder.

Tabel 8: Målgruppen for retrofit fra R404A og R507

Anvendelse HFC-fyldning					Luftkon- ditionering
Køling					
	Kommercielle racks og kondenseringsaggregater (> 5 kW)				Kommercielle klimaanlæg (> 20 kW)
	Food retail:		Proces:		Aircondition:
	Site-bygget med kompressor racks, køle- og frostmøbler, luftkølede kondensatorer	Site-bygget med kondenseringsaggregater (kompressor, kondensator, receiver), fordampere for væske- eller luftkøling	Site-bygget med kondenseringsaggregater (kompressor, kondensator, receiver), fordampere for væske- eller luftkøling	Fabriksbygget chiller (komplet enhed med hele kølesystemet)	Fabriksbygget chiller (komplet enhed med hele kølesystemet)
Under 10 kg ¹⁾	Ingen	Flest	Nogle	Nogle	Nogle
Over 10 kg ¹⁾	Altid	Nogle	Flest	Flest	Flest

¹⁾ Vurderet andel af anlægstyper og anvendelser med under og over 10 kg kølemiddelfyldning





Retrofit

- eller skift til nyt anlæg?

Der findes anlæg for køling og luftkonditionering med HFC-kølemiddel af typerne R404A og R507A i mange danske virksomheder, som ikke kan serviceres og vedligeholdes med påfyldning af nyt kølemiddel efter den 1. januar 2020. Efter den 1. januar 2020 må der kun anvendes genanvendt eller regenereret kølemiddel på disse eksisterende anlæg.

Indtil den 1. januar 2020 kan man eventuelt sikre den fortsatte drift af de eksisterende anlæg i en årrække ved at have genanvendt eller regenereret kølemiddel på lager i en mængde, der svarer til forventet normalforbrug med/uden større uheld.

Hovedårsager til at overveje retrofit af eksisterende systemer:



1. Service med nyt HFC-kølemiddel (GWP > 2.500, R404A og R507A) er ikke tilladt efter den 1. januar 2020 på anlæg med over 40 ton CO₂-ækv.



2. Nyt HFC-kølemiddel (GWP > 2.500, R404A og R507A) må forhandles men ikke anvendes efter den 1. januar 2020 til servicering af anlæg med over 40 ton CO₂-ækv.



3. Prisen på regenereret R404A og R507A forventes at stige meget kraftigt efter den 1. januar 2020. Leveringssikkerheden er desuden begrænset, idet den afhænger af returnerede mængder til regenerering.



4. Udskiftning af en relativ "ung" installation til et helt nyt anlæg er meget dyrt.



5. Virksomhedens CSR-politik kræver en reduktion i eller ingen klimabelastning.



Økonomi, teknik og miljø?

Hvornår er det økonomisk, teknisk og miljømæssigt forsvarligt at foretage et skift til HFC-kølemiddel med en GWP-værdi under 2.500 på eksisterende udstyr?

Hvornår er det økonomisk og teknisk forsvarligt at investere i nyt udstyr med miljømæssigt fremtidssikrede kølemidler i form af HFC-kølemiddel med lav GWP eller naturlige kølemidler?

Økonomiske aspekter

Alder og nedslidning bevirker, at det bliver dyrere og dyrere at vedligeholde og servicere anlæg, og driftssikkerheden påvirkes i negativ retning med øget risiko for omkostningstunge ned- eller sammenbrud.

Det er særlig relevant at overveje retrofit for nyere velfungerende anlæg, da investeringen måske ikke har nået at tjene sig ind i disse tilfælde. Det handler i praksis om at forlænge levetiden på anlæggene med relativt få midler sammenlignet med udskiftning til nyt udstyr.

Tabel 9: Opstilling af økonomiske forhold for retrofit eller nyt

	Retrofit af eksisterende installation	Ny installation
Alder		
Levetid		
Årlige driftsudgifter		
Service og vedligehold		
Ny pris		
Andet: ...		

Der kan med fordel opstilles en oversigt over de økonomiske forhold i hvert enkelt aktuelt tilfælde, f.eks. som vist i Tabel 9.

Tekniske aspekter

Valg af kølemiddel afhænger både af anlægstype og størrelse (kapacitet og fyldningsmængde) samt af en række installationstekniske forhold.

Valget bør altid tages i samarbejde mellem anlægsejer og installatør.

Konvertering af anlæg med HFC-kølemidler med høj GWP-værdi til HFC-kølemidler med lav GWP-værdi eller naturlige kølemidler kan være meget vanskelig pga. nogle af de alternative kølemidlers brændbarhed.

Originalt udstyr, der er designet specielt til ikke-brændbare kølemidler, må ikke uden videre anvendes til brændbare kølemidler. En installatør eller bruger er ansvarlig for sikkerheden af udstyret ved modifikation af udstyret uden dertilhørende instruktion.

Brændbare kølemidler må kun anvendes til systemer, der er designet til dette, og det er relativt kompliceret

og omkostningskrævende at omklassificere og ombygge et eksisterende anlæg for ikke-brændbare kølemidler til brændbare kølemidler. Af disse årsager bør man overveje det grundigt, inden man skifter til brændbare kølemidler på eksisterende udstyr – og i stedet overveje at skifte til ikke-brændbare alternativer.

Hvis man af forskellige årsager overvejer at skifte til brændbare alternativer, er det vigtigt at have forståelse for og sætte sig grundigt ind i kravene til anvendelse af udstyr i kompressionssystemer med brændbare kølemidler iht. sikkerhedsstandarder i EU.

Krav til brændbare alternativer

Her er det relevant at studere **ASERCOM Guidelinen**, der angiver overordnede krav til og brug af komponenter til drift og service med brændbare kølemidler, for at undgå forhold, der kan skabe antændelighed:

1. Vis, at komponenten kan ikke "nås" af antændelig blanding (LFL)
2. Hold overfladetemperatur 100K under selvantændelsestemperatur og undgå kilder til antændelse på komponenter, der kan "nås" af en kølemiddellækage (evt. ved at skifte elektroniske komponenter til komponenter, der er godkendt til brændbare kølemidler)



Det er også relevant at kigge på muligheder for omklassificering af udstyret ift. **Trykudstyrsdirektivet (PED Pressure Equipment Directive)**, hvor krav til PED-klasse der kan bevirke at kompressorer og receiveere skal skiftes ved en konvertering, hvilket er relativt dyrt.



Retrofit af eksisterende anlæg

Der er relativt mange tekniske aspekter at tage hensyn til i forbindelse med retrofit af eksisterende anlæg. Denne guideline går ikke i detaljer med alle disse forhold, men omtaler kort, hvilke overvejelser der indgår og henviser til steder, hvor man kan finde yderligere information og hjælp.

Overordnet set drejer det sig om at tage stilling til en række af tekniske forhold ved skift fra R404A eller R507A til HFC-kølemiddel med GWP under 2.500 (som vist i Tabel 7 på næste side, hvor betydningen af ændringer fra R404A til R449A og R452A er vist).

Erstatningskølemidlets evner i forhold til R404A er angivet med procent, hvor en procentangivelse over 100 betragtes som bedre for COP, massestrøm og køle (kompressor) kapacitet, og hvor en procentangivelse under 100 betragtes som bedre for elforbrug til kompressor, trykgastemperatur og kølemiddelfyldning.

Tabel 10: Forhold, der skal tages stilling til, i forbindelse med overvejelser om retrofit

Ændring fra	Ønske	R449A ¹⁾	R452A ¹⁾
R404A		100%	100%
GWP	Reduktion til under 2.500	1.282	1.945
Kølemiddelfyldning	Ikke få større fyldning	107,4%	108,9%
Kølemidlets "temperaturglid"	Lille størrelsesorden	3,3 K	1,8 K
Køle(kompressor)kapacitet	Næsten uforandret køleydelse	101,7%	103,0%
Elforbrug til kompressor	Ikke få større kraftforbrug	93,2%	99,6%
Trykgastemperatur	Ikke øge trykgastemperaturen	123,1%	100,4%
Olietype	Undgå problemer med olieskift	POE	POE
Massestrøm	Ikke øge massestrømmen	98,3%	97,1%
Køle-COP	Ikke reducere effektiviteten	107,3%	100,4%
Varme-COP	Ikke reducere effektiviteten	104,6%	100,3%

¹⁾ Sammenligningerne med R404A er hentet fra Comparison chart for HFC and HFO replacement refrigerants, Actrol (Ref #11)

Signaturforklaring:

Tabel viser sammenligning i % i forhold til det kølemiddel, det erstatter. Procenter over 100 % betragtes generelt som et bedre resultat for COP, flow og kølekapacitet.

 = Lignende
 = Middel
 = Bedre

Kommentarer til Tabel 10

GWP:

Efter den 1. januar 2020 må der ikke bruges nyt kølemiddel, men kun benyttes genanvendt eller regenereret kølemiddel med GWP over 2.500, hvis der i systemet er over 40 tons CO₂-ækvivalenter svarende til ca. 10 kg R404A eller R507A.

Kølemiddelfyldning:

Større fyldning kan medføre behov for udvidelse af anlæggets receiverkapacitet.

Kølemidlets "temperaturglid":

Retrofit til lav-GWP-kølemidler med betydeligt glide kan øge kondenseringstrykket pga. mindre middeltemperaturdifferens og øge fordamperydelsen

pga. større middeltemperaturdifferens. Der skal tages stilling til ekspansionsventilens funktion og til ændring i affugtning af luft.

Køle (kompressor) kapacitet:

Det er vigtigt at tænke på, om kompressoren ved retrofit er godkendt til drift med erstatningskølemidlet med hensyn til garanti, og at sikre, at tiltænkt drift med nyt kølemiddel ligger inden for kompressorens tilladte driftsområde.

Elforbrug til kompressor:

Større elforbrug kan medføre behov for ændring af anlæggets elforsyningsanlæg.

Trykgastemperatur:

Maksimalt 120-130°C i trykgastemperatur. Høje trykgastemperaturer kan resultere i syredannelse og "copper plating".

Olietype:

Der bør altid foretages skift af olie, men skift til anden olietype kan medføre alvorlige problemer i forhold til pakningsmaterialer. Pakningsmaterialer kan skrumpes og udvide sig med resulterende utæthed eller andre problemer. Grundtyperne er mineral olie (MO), polyolester olie (POE), polyalkylglykol olie (PAG) og polyvinylether olie (PVE), samt alkylbenzen olie (AB). Nogle olier er meget hygroskopiske (suger vand til sig), så man skal være omhyggelig med håndteringen af disse.

Der er forskel på olietypernes opløselighed i forhold til kølemidler. Opløseligheden sikrer oliecirculation og olieretur i anlæggene.

Massestrøm:

Ændringer i massestrøm kan resultere i ændrede strømningshastigheder og tryktab i anlæggets rørstrækninger. Det kan eventuelt også medføre behov for ændringer af rørføringer og ventilstørrelser.

Køle-COP:

COP = Coefficient Of Performance. Køle-COP er forholdet mellem køleydelse [kW] og tilført elektrisk effekt [kW]. Det er ikke hensigtsmæssigt at reducere anlæggets energieffektivitet, da det øger elforbruget med dertilhørende meromkostninger.

Varme-COP:

Varme-COP er forholdet mellem varmeydelse [kW] og tilført elektrisk effekt [kW]. Det er ikke hensigtsmæssigt at reducere anlæggets energieffektivitet, da det øger elforbruget med dertilhørende meromkostninger.

Øvrige forhold:

Det bør altid foretages skift af tørrefilter og grundig evakuering, da fjernelse af vandindhold er essentielt for uproblematisk drift. Indstilling og/eller udskiftning af termostatisk ekspansionsventil skal altid udføres i forbindelse med retrofit – og dette er særligt vigtigt, hvis det nye kølemiddel har stort temperaturlid. Kølemiddelproducenter og andre har udarbejdet vejledninger og guidelines for retrofit, som man med fordel kan finde yderligere og meget mere detaljerede oplysninger i. Se f.eks. Ref #17.

Miljø- og klimamæssige aspekter

Alle har en interesse i, at kloden bevares for eftertiden, og derfor har bæredygtighed og lav klimabelastning en stigende betydning verden over. Klimadebatten fylder meget i disse år.



For nogle virksomheder har det ekstra stor betydning at have en "grøn" vision og et "grønt" image. I nogle tilfælde er der derfor udarbejdet en CSR-politik i virksomheden med en målsætning om en fremtidig reduktion i eller ingen klimabelastning fra virksomhedens anlæg – eller en målsætning om at anvende naturlige kølemidler.

Ved udskiftning til nyt anlæg er der ofte mulighed for opnå en reduktion af energiforbrug, som følge af nye teknologiske fremskridt.



Fremtidssikring ved skift til nyt anlæg

- sammenhæng med planlagte produktionsændringer

Overvejelser om retrofit eller udskiftning til nyt anlæg bør altid ses i sammenhæng med en fremtidssikring i relation til planlagte produktions- og kapacitetsændringer.

Man bør fremtidssikre sine anlæg med anvendelse af naturlige kølemidler eller HFO-kølemidler, hvis overvejelserne mht. retrofit eller udskiftning til nyt anlæg ender med, at der tages beslutning om at investere i nyt udstyr.



Tabel 11: Naturlige kølemidler

	Class	GWP ₁₀₀	Betegnelse
R170	A3	6	Ethan
R290	A3	3	Propan
R600	A3	4	Buthan
R600a	A3	3	Isobuthan
R717	B2L	0	Ammoniak
R718	A1	0	Vand
R723	B2	1	Blanding af ammoniak og dimethylether
R744	A1	1	Kuldioxid (CO ₂ er referenceværdi for GWP)
R1270	A3	2	Propylen

Tabel 12: HFO-kølemidler

	Class	GWP ₁₀₀	Betegnelse
R1234yf	A2L	<1	
R1234ze	A2L	<1	

Hvordan beslutter du dig?

– forslag til beslutningsproces for valg af retrofit eller nyt anlæg



Fakta og begreber

BEK nr. 1326 af 19/11/2018 = Miljø- og Fødevareministeriets Bekendtgørelse om regulering af visse industrielle drivhusgasser. (Ref. #13)

Brændbarhed = mediets evne til at skabe en flamme med en antændelseskilde, jf. DS EN 378-1 2016: "Flammability = ability of a refrigerant or heat transfer fluid to propagate a flame with an ignition source".

CO₂-ækvivalenter = anlæggets fyldning [kg] x kølemidlets GWP-værdi [CO₂-ækvivalent/kg].

CSR = (Corporate Social Responsibility, ofte også Corporate Sustainability and Responsibility) er ofte blevet oversat til virksomhedernes sociale ansvar og en række andre tilgrænsende betegnelser.

Drivhuseffekt = Drivhuseffekten er atmosfærens evne til at holde igen på stråling af energi fra Jordens overflade.

EU's F-gasforordning = Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EU) Nr. 517/2014 af 16. april 2014 om fluorholdige drivhusgasser og om ophævelse af forordning (EF) nr. 842/2006 (F-gasforordningen). (Ref. #14)

Genanvendte stoffer = fornyet anvendelse af genvundne fluorholdige drivhusgasser efter en grundlæggende beholdere, og anlæg eller udstyr i forbindelse med vedligeholdelse eller servicering eller inden bortskaffelse af produkter, anlæg eller udstyr.

GWP-værdi = Global Warming Potential. En relativ værdi med reference til CO₂ (GWP = 1). I denne guideline er "2018 Assessment Report" (Ref #12) kilde til de angivne GWP-værdier (GWP₁₀₀ = GWP 100 year).

HFC-kølemiddel = Kølemidler med molekyler, der kun er opbygget af brint H (Hydrogen), fluor F (Fluor) og kulstof C (Carbon), f.eks. R134a, CH₂FCF₃, 1,1,1,2-tetrafluoroethane. Mange HFC-kølemidler består af blandinger af rene HFC-kølemidler.

HFO-kølemidler (HydrogenFluorOlefiner) = HFC-kølemidler, der indeholder en dobbeltbinding og dermed har en meget lav GWP-værdi.

Naturlige kølemidler = begrebet "naturlige medier" stammer fra kendskab til, at medierne er naturligt forekommende på jorden.

Retrofit = Skift til andet kølemiddel af samme type og olie på et anlæg – principielt uden skift af anlæggets hovedkomponenter.

Regenererede stoffer = fornyet forarbejdning af genvundne fluorholdige drivhusgasser med henblik på at overholde en specificeret standard for et ubrugt stof, under hensyntagen til stoffets påtænkte anvendelse.

Syntetiske kølemidler = begrebet "syntetiske medier" betyder, at medierne er kunstigt fremstillet på kemikaliefabrikker.

Temperaturglid (Glide) = dét fænomen, at fordampningstemperaturen af en kølemiddelblanding ved konstant tryk stiger fra 100% væskefase til 100% gasfase.

Zeotropisk: En zeotropisk blanding er en kemisk blanding, som aldrig har samme dampfase og væskefase sammensætning ved damp-væske ligevægtstilstand. Ref: <http://raevenclog.com/article/zeotropisk-blanding>

Referencer

Ref #1: Refrigerant Report 20, Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH, A-501-20 EN, september 2018

Ref #2: Sæt tryk på kølemiddel overgangen og skru ned for klimapåvirkningen, Danfoss, DKRCC.PB.000.M9.01, august 2019

Ref #3: Retrofit and High Glide Refrigerants, Danfoss, DKRCC.PE.000.H2.02, juni 2017

Ref #4: Råd vedrørende anvendelse af kølemidler, Ahlsell, PB00420180129, ukendt dato

Ref #5: Bliv klar til de brændbare kølemidler, AREA, Version 1, oktober 2018

Ref #6: Guideline, Safety Standards and Components for flammable refrigerants, ASERCOM, maj 2019

Ref #7: EU F-Gas Regulation Handbook: Keeping Ahead of the Curve as Europe Phases Down HFCs, EIA Environmental Investigation Agency, september 2015

Ref #8: Guidelines for the safe use of hydrocarbon refrigerants, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH GIZ, september 2012

Ref #9: Kulbrinter i mellemstore køleanlæg, Teknologisk Institut, maj 2008

Ref #10: Opteon™ XP40 Retrofit Guidelines to replace R-404A/R-507, Chemours, C-10023 /(1/16), 2016

Ref #11: Comparison chart for HFC and HFO replacement refrigerants, Actrol, ukendt dato

Ref #12: 2018 Assessment Report, Refrigeration, Air Conditioning, and Heat Pumps Technical Options Committee, United Nations Environment Programme, Ozone Secretariat, februar 2019.

Ref #13: BEK nr. 1326 af 19/11/2018 = Miljø- og Fødevareministeriets Bekendtgørelse om regulering af visse industrielle drivhusgasser.

Ref #14: EU´s F-gasforordning = Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EU) Nr. 517/2014 af 16. april 2014 om fluorholdige drivhusgasser og om ophævelse af forordning (EF) nr. 842/2006 (F-gasforordningen). GWP-værdien i bilagene til forordningen er fra AR4 (Fourth Assessment Report fra IPCC).

Ref #15: DS EN 378-1 2016

Ref #16: <http://raevenclog.com/article/zeotropisk-blanding>

Ref #17: Retrofit R22 or R404A/R507A – Step by step. Bitzer. 2018



Kongsvang Allé 29 • 8000 Århus C
Tlf. 7220 1800 • info@kølemidler.dk

www.kølemidler.dk

På hjemmesiden kan du finde mere information om de forskellige typer af kølemidler og læse om udfasningen af de såkaldte F-gasser.

