



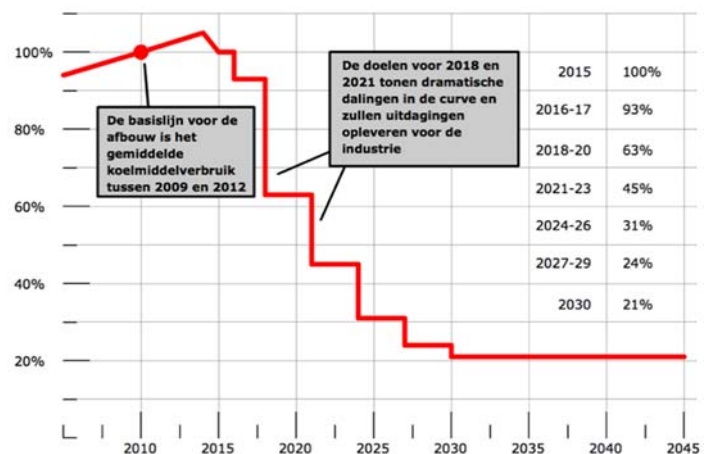
With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Retrofitten

Met lage GWP-koelmiddelen

Inhoud

- 1 - F Gas Phase Down
- 2 - Ombouw
- 3 - Beschikbare koelmiddelen
- 4 - Bijkomende bronnen





With contribution of
the LIFE programme
of the European Union

Welkom bij het REAL Alternatives 4 LIFE Blended Learning Programma

Deze module is onderdeel van een blended learning programma voor technici werkzaam in de koel-, airconditioning- en warmtepompsector en is ontwikkeld om de vaardigheden en kennis aangaande het gebruik van alternatieve koelmiddelen te verbeteren. Het programma wordt ondersteund door een mix van interactieve e-learning, gedrukte trainingsgidsen, tools en assessments die gebruikt kunnen worden door opleidingscentra. Er is ook een e-bibliotheek met bijkomende informatiebronnen (gepost door gebruikers) op www.realalternatives.eu

REAL Alternatives 4 LIFE is ontwikkeld door een consortium van verenigingen en opleidingsinstellingen uit heel Europa en is medegefinancierd door de EU. Daarnaast wordt het gesteund door stakeholders uit de industrie. Leraren, fabrikanten en ontwerpers van installaties hebben bijgedragen aan de inhoud. Het leermateriaal is beschikbaar in Kroatisch, Tsjechisch, Nederlands, Engels, Frans, Duits, Italiaans, Pools, Roemeens, Spaans en Turks.

Modules	
1	Kennismaking met alternatieve koelmiddelen – veiligheid, efficiëntie, betrouwbaarheid en goede praktijk
2	Veiligheid en risicobeheer
3	Systeemontwerp
4	Lekdichtheid en lekdetectie
5	Onderhoud en herstellingen
6	Retrofitten met lage GWP-koelmiddelen
7	Checklist met wettelijke verplichtingen
8	Metten van de financiële en de ecologische impact van lekkende koelinstallaties
9	Hulpmiddelen en begeleiding voor het uitvoeren van een onderzoek ter plaatse

Je kan iedere module afzonderlijk studeren of je kan de hele cursus vervullen en het bijhorende examen afleggen.

www.realalternatives.eu



Meer informatie is beschikbaar in de online

e-bibliotheek. Doorheen de tekst van iedere module vindt u verwijzingen naar bronnen met meer gedetailleerde informatie. In de e-bibliotheek kan u deze informatie raadplegen <http://www.realalternatives.eu/e-library>. Er bestaat ook de mogelijkheid om zelf extra bronnen toe te voegen aan de e-bibliotheek, zoals weblinks en handleidingen. Module 7 biedt een complete lijst van relevante wetgeving en normen waarnaar wordt gerefereerd.

Assessment is beschikbaar indien je een

CPD-certificaat wenst te behalen. Aan het einde van iedere module zijn een aantal eenvoudige zelftestvragen en oefeningen voorzien om u te helpen uw leerproces te evalueren. De assessment (schriftelijk examen) is enkel beschikbaar in een daartoe erkend examen centrum.

Registreer je interesse in alternatieve

koelmiddelen op www.realalternatives.eu om updates te ontvangen, nieuws en event uitnodigingen gerelateerd aan training, vaardigheden en ontwikkelingen in de koeltechniek.

Je kan dit materiaal gebruiken en

verdelen voor individuele training. Het Institute of Refrigeration en partners behouden het copyright over de leerboekjes en de inhoud. Het leermateriaal mag gebruikt worden als geheel of gedeelten ervan voor opleidingsdoeleinden op schriftelijk verzoek van het REAL Alternatives Consortium, c/o Institute of Refrigeration, UK email: ior@ior.org.uk. Vragen over het leerprogramma of inhoudelijke vragen kunnen gericht worden aan ior@ior.org.uk.

Achtergrondinformatie en hoe het programma werd ontwikkeld.

Dit leerprogramma werd ontwikkeld als onderdeel van een door de EU medegefinancierd project en wordt geleid door een consortium van partners uit heel Europa. Het leerprogramma werd ontwikkeld om het gebrek aan vaardigheden gerelateerd aan het veilig gebruiken van alternatieve koelmiddelen onder koeltechniekers, airconditioningtechniekers en warmtepomptechniekers aan te pakken. Het programma geeft onafhankelijke en up to date informatie in een gemakkelijk format. Werkgevers, fabrikanten, sectorfondsen, en professionele organisaties uit heel Europa hebben leermateriaal ter beschikking gesteld, het projectteam geadviseerd en de inhoud gerecenseerd tijdens de ontwikkeling.

De consortium partners:

- Association of European Refrigeration Air Conditioning & Heat Pump Contractors, Belgium
- Associazione Tecnici del Freddo, Italy
- IKKE training centre Duisburg, Germany
- Institute of Refrigeration, UK
- International Institute of Refrigeration
- University College Leuven-Limburg, Belgium
- London South Bank University, UK
- PROZON recycling programme, Poland.

Met dank aan onze stakeholders:

- CNI National Confederation of Installers, Spain
- CHKT Czech Association for cooling and air conditioning technology
- HURKT, Croatian Refrigeration Airconditioning and Heat Pumps Association
- RGAR Association General of Refrigeration, Romania
- SOSIAD Association of Refrigeration Industry and Businessmen, Turkey
- SZ CHKT Slovak Association for Cooling and Airconditioning technology

Module 6 -

Bestaande systemen retrofitten met alternatieve koelmiddelen

Deze module behandelt het retrofitten met alternatieve koelmiddelen. De module geeft een inleiding tot dit onderwerp. Deze module vervangt in geen geval praktijktraining, welke essentieel is bij het werken met deze koelmiddelen. In deze gids vindt u verwijzingen naar nuttige aanvullende informatie uit een reeks bronnen die door vakgenoten zijn gerecenseerd en die technische ondersteuning kunnen bieden indien u meer informatie nodig hebt.

De hiernavolgende pagina's focussen op de opties voor het vervangen van R404A, R507 en andere hoge GWP-koelmiddelen met alternatieve lagere GWP-koelmiddelen, bij bestaande systemen. De nadruk ligt op de opkomende HFO's. De inhoud zal worden aangevuld met de eigenschappen van andere nieuwe koelmiddelen als ze op de markt komen.

Het ombouwen van bestaande systemen naar ammoniak, koolwaterstof en kooldioxide wordt over het algemeen niet aanbevolen vanwege veiligheid en onverenigbaarheid van componenten, olieën en leidingen.

Retrofitten met een traditioneel hoog GWP-koelmiddel is niet opgenomen in deze module omdat dit niet een oplossing biedt op lange termijn en moet worden ontmoedigd.

1 F Gas Phase Down

Zie REAL Alternatives Module 7 Wetgeving en standaarden

De F-Gas regelgeving (2015) bevat een quotasysteem dat, vanaf 2017, het aanbod van de hoge GWP-koelmiddelen beperkt. Deze worden nog steeds op grote schaal gebruikt in een breed scala van RACHP-systemen. De onderstaande tabel toont de phase down van HFK's binnen Europa.

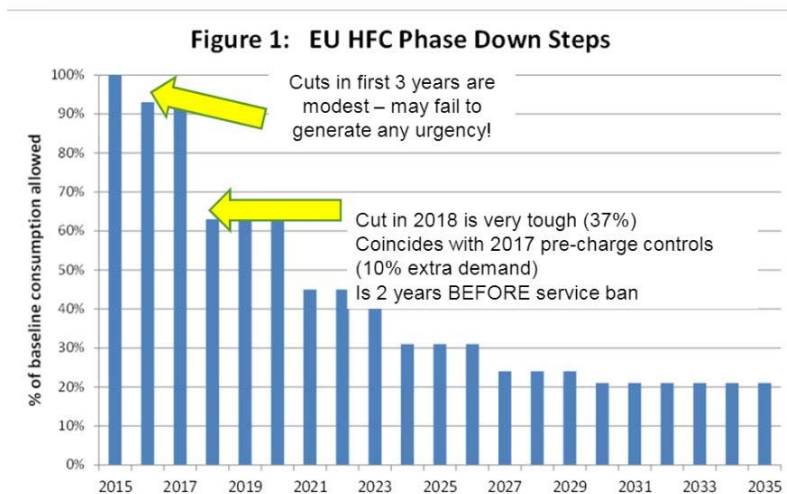
Year	Phase down %	Average GWP
2015	100%	2300
2016 - 17	93%	2139
2018 – 20	63%	1449
2021 – 23	45%	1035
2024 - 26	31%	713
2027 - 30	24%	552
2030	21%	483

Het uitfaseringspercentage is gebaseerd op CO₂-equivalenten. Als leveranciers bijvoorbeeld in 2018 eenzelfde volume aan koelmiddel op de markt willen plaatsen zoals in 2016/2017, dan zal de gemiddelde GWP moeten verminderen tot 1449. Als alternatief kan een groter volume aan HFK's op de markt worden gebracht indien diens gemiddelde GWP lager is.

Het waarschijnlijke gevolg van de quota is dat de hogere GWP-koelmiddelen niet beschikbaar of schaars zullen worden in 2018. Dit is inclusief R404A, R507, R422D, de R407-reeks en R410A.

Deze koelmiddelen (R422D uitgezonderd) worden nog steeds in nieuwe systemen gebruikt, en dus zullen deze systemen moeilijk te repareren zijn, vooral in geval van een lek, ruim voor het einde van de verwachte levensduur.

Phase down profile: first big cut in 2018



Figuur 1, HFK phase down, Gluckman Consulting 2015

HFK Terugwinning

Het is een wettelijke verplichting dat HFK-koelmiddelen worden gerecupereerd bij de ontmanteling van een installatie. Koelmiddel moet worden gerecupereerd door een gecertificeerd koeltechnicus. Recuperatie-units moeten in staat zijn om tot ruim 95 % van het koelmiddel in een bestaand systeem te verwijderen. Gerecupereerde F- gassen kunnen zowel worden:

- Verzonden voor vernietiging door verbranding in een erkend verwerkingsbedrijf;
- Verzonden naar een gespecialiseerd bedrijf die het koelmiddel kunnen herwerken tot een gas met identieke eigenschappen als het maagdelijke koelmiddel (teruggewonnen koelmiddel)
- Gewassen tot "gerecycleerd koelmiddel" voor hergebruik.

Als het koelmiddel erg verontreinigd is dan kan het niet worden geregenereerd en dient het te worden verzonden voor vernietiging. Het is ook belangrijk om verschillende gassen niet te mengen in dezelfde recuperatiecilinder - aangezien ze dan ongeschikt zijn voor regeneratie.

2 Ombouw

De meeste alternatieve koelmiddelen die zijn opgenomen in de Real Alternatives opleidingsmaterialen zijn niet geschikt voor gebruik in bestaande systemen vanwege hun brandbaarheid, giftigheid en/of hoge werkdrukken. Koelmiddelfabrikanten zijn bezig met het ontwikkelen van een reeks van mengsels op basis van HFO-koelmiddelen (R1234ze en R1234yf) die geschikt zijn voor de ombouw van bestaande systemen.

De range van HFO-mengsels wordt groter naarmate meer fabrikanten meer verschillende mengsels ontwikkelen. Elke blend is ontwikkeld om in specifieke toepassingen de bestaande koelmiddelen te vervangen. Zo zijn er koelmiddelen beschikbaar voor het vervangen van:


- R134a in mediumtemperatuur toepassingen;
- R404A in medium en lage temperatuur toepassingen (stationair);
- R404A in medium en lage temperatuur toepassingen (transport);
- R404A in lage temperatuur toepassingen;
- R134a in airconditioning- en warmtepomptoepassingen.

De mengsels die geschikt zijn als vervanging voor R404A kunnen ook geschikt zijn om de R407-reeks te vervangen.

EN378¹ geeft richtlijnen voor verandering van het type koelmiddel. De onderstaande informatie is hierop gebaseerd.

Bij het selecteren van een vervangend koelmiddel moeten de volgende criteria worden beschouwd:

- **Brandbaarheid** – Een aantal HFO-mengsels hebben een lagere brandbaarheid (veiligheidsclassificatie A2L) en zijn daarom niet geschikt voor de meeste bestaande toepassingen - voor meer informatie over de veiligheidsclassificaties zie Module 1 en 2;
- **Prestatie** – indien het bestaande systeem te groot is, dan zou een kleine vermindering van de koelcapaciteit aanvaardbaar kunnen zijn. Een vermindering van de energie-efficiënte mag nooit aanvaardbaar zijn;
- **Druk** – als de werkings- en stilstanddrukken hoger zijn met het nieuwe koelmiddel dan zal dit waarschijnlijk een impact hebben op de PS (maximaal toelaatbare druk) van het systeem. Afblaasinrichtingen, indien aanwezig, zouden vervangen moeten worden en het setpunt van de hogedrukpressostaat zou zo nodig moeten worden veranderd. Wat nog belangrijker is, is dat het systeem opnieuw moet worden beoordeeld op basis van de PED-Richtlijn, als de verandering van het koelmiddel grote drukveranderingen in het systeem met zich meebrengt. Het is mogelijk dat, hoewel het nieuwe koelmiddel hogere werkdrukken heeft, de bestaande PS-waarden kunnen worden behouden. De marge tussen de maximale werkings-/



Zie REAL Alternatives
Module 1 en 2

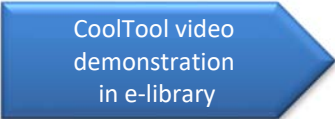
¹ EN 378-4:2016, 5.4.

stilstanddrukken en PS bepaalt of de PS daadwerkelijk moet worden verhoogd voor het omgebouwde systeem;

- **Persgastemperatuur** – voor veel blends zal de persgastemperatuur hoger zijn en dit kan problemen veroorzaken, in het bijzonder met LT-systemen;
- **Temperaturglide** – veel van de mengsels hebben een grote temperaturglide dus zullen de expansieventielen moeten worden gecontroleerd en opnieuw ingeregeld. Het is mogelijk dat een koelmiddel met een grote glide niet toepasbaar is voor bepaalde systemen, bv. systemen met natte verdamper;
- **Olie** – het is meestal noodzakelijk om te controleren of de olie compatibel is met het vervangingskoelmiddel;
- **Compatibiliteit van componenten** – de fabrikant van de originele componenten moet worden geraadpleegd voorafgaand aan het uitvoeren van een retrofit om de compatibiliteit van de componenten zoals compressor, condensor, warmtewisselaars enz. te verzekeren, om zo de garantievoorzaken niet te schenden en om ervoor te zorgen dat de oorspronkelijke prestaties en koelcapaciteit gehaald worden;
- **Afblaascapaciteit van overdrukkeppen** – de vereiste afblaascapaciteit van de overdrukkeppen kunnen hoger zijn met een alternatief koelmiddel;
- **Ampèrage** – de vereiste nominale stroom van motoren en schakelinrichtingen kan hoger zijn dan voor het huidige systeem.

Software is beschikbaar om de effecten van een mogelijke vervanging van koelmiddel te helpen simuleren, en is een nuttig hulpmiddel voor de besluitvorming.

Een video die als een voorbeeld is gemaakt van een dergelijke softwaretool en vergelijkingen toont wanneer een R404A-systeem wordt vervangen door een HFO-blend, is beschikbaar in de e-bibliotheek van Real Alternatives 4 LIFE.



CoolTool video
demonstration
in e-library

Ombouwprocedure

De generieke ombouwprocedure hieronder kan worden aangepast voor specifieke systemen.

1. Registreer de werkingstemperaturen, drukken en stroomverbruik van het systeem met het huidige koelmiddel;
2. Corrigeer alle geïdentificeerde problemen;
3. Voer een lekttest uit en repareer eventuele gevonden lekkages;
4. Recupereer het koelmiddel en zorg ervoor dat het wordt verzonden voor regeneratie of vernietiging. Laat het koelmiddel niet afblazen;
5. Verander componenten zoals vereist, met name dichtingen die na de ombouw kunnen lekken;

6. Voer een drukstest uit met stikstof;
7. Vacumeer het systeem;
8. Vul met het nieuwe koelmiddel (het gewicht van de vulling kan verschillen vanwege het verschil in dichtheid);
9. Pas indien nodig de instellingen van de sturing en beveiligingsapparatuur aan;
10. Labels en documentatie aanpassen;
11. Controleer en registreer de werkingstemperaturen, drukken en stroomverbruik van het systeem met het nieuwe koelmiddel.

Meestal is het nodig om de olie te vervangen, hoewel de meeste alternatieve koelmiddelen dezelfde olie gebruiken als de HFK die u vervangt.

3 Beschikbare koelmiddelen

Er is geen enkelvoudig laag GWP-koelmiddel beschikbaar om HFK's zoals R404A te vervangen. Koelmiddelproducenten en leveranciers ontwikkelen een reeks HFO-gebaseerde mengsels en de lijst met beschikbare koelmiddelen verandert snel. Neem contact op met uw leverancier voor meer informatie over de nieuwste beschikbaarheid en geschiktheid van mengsels. Linken naar belangrijke leveranciers worden weergegeven op de pagina met "aanvullende bronnen".

Voor meer informatie over de eigenschappen van HFO-koelmiddelen raadpleeg Module 1 en 2.

Zie REAL Alternatives
Module 1 en 2

Koelmiddel	Samenstelling	GWP	Vervangt	Brandbaarheid
R450A	R1234ze/R134a	605	R134a HM	A1
R456A	R32/R1234ze/R134a	687	R134a	A1
R513A	R1234yf/R134a	631	R134a HM	A1
R513B	R1234yf/R134a	596	R134a	A1
R407A	R32/R125/R134a	2107	R404A	A1
R407F	R32/R125/R134a	1825	R404A	A1
R407H	R32/R125/R134a	1378	R404A	A1
R448A	R32/R125/R1234yf/R134a/R1234ze	1386	R404A ML	A1
R449A	R32/R125/R1234yf/R134a	1397	R404A ML	A1
R449B	R32/R125/R1234yf/R134a	1412	R404A	A1
R452A	R32/R125/R1234yf	2141	R404A ML, transport	A1
R452C	R32/R125/R1234yf	2220	R404A	A1
R460A	R32/R125/R1234ze/R134a	2103	R404A	A1
R460B	R32/R125/R1234ze/R134a	1352	R404A	A1
R444A	R32/R152a/R1234ze	92	R134a	A2L
R445A	R32/R152a/R1234ze	90	R134a M	A2L
R454C	R32/R1234yf	148	R404A	A2L
R455A	R744/R32/R1234yf	145	R404A R407 series	A2L
R457A	R32/R1234yf/R152a	139	R404A	A2L
R459B	R32/R1234yf/R1234ze	144	R404A	A2L

Figuur 2, Voorbeelden van beschikbare vervangende koelmiddelen (december 2017)

H, hogetemperatuur toepassingen, inclusief airconditioning en warmtepompen

M, mediumtemperatuur toepassingen

L, lagetemperatuur toepassingen.

Er is geen enkel alternatief voor R410A dat niet brandbaar is. (R32 mag niet gebruikt worden in een R410A-systeem).

4 Bijkomende bronnen

De informatie in deze module behandelt de basis van het retrofitten van bestaande systemen. Het is niet gemaakt om praktische training en op werk gebaseerde ervaring te vervangen. Als u meer wilt weten over een aantal van de behandelde onderwerpen, kunt u hieronder enkele van de aanbevolen gratis bronnen verkennen. Deze worden vaak geproduceerd door fabrikanten of gespecialiseerde verenigingen. Alle materialen zijn gerecenseerd door ons panel om te zorgen dat ze van goede kwaliteit zijn. De vermelding van merken, bedrijven en/of producten is informatief en niet-commercieel.

Fabrikanten van laag-GWP-alternatieven, geschikt voor retrofits:

- Honeywell – Solstice guide: <http://www.honeywell-refrigerants.com/europe/product/solstice-1234ze/>
- Mexichem Fluor via Harp International Refrigerants: <http://www.harpintl.com/refrigerants.php>
- Opteon Refrigerants: www.chemours.com
- Bitzer Refrigerant Report 19: https://www.bitzer.de/shared_media/documentation/a-501-19.pdf
- [Emerson listing of all refrigerants and lubricants approved for its Copeland compressors](https://opi.emersonclimate.com/CPID/GRAPHICS/Types/AEB/93-11.pdf) <https://opi.emersonclimate.com/CPID/GRAPHICS/Types/AEB/93-11.pdf>
- Cool Tool Software for evaluating of refrigerant options (free sample version available) : http://www.cooltool-software.com/index_english.htm

Bijkomende informatie is ook beschikbaar in de e-bibliotheek www.realalternatives.eu/e-library

5 Volgende stappen

De informatie in deze modules geeft een inleiding tot retrofitten met lage GWP-koelmiddelen. Er is veel meer informatie in de documenten die in de links zijn gemarkeerd. Ga naar de online e-bibliotheek op <http://www.realalternatives.eu/e-library> om alle aanvullende informatie te bekijken die u mogelijk nuttig vindt.

Als je een REAL Alternatives Certificaat wilt behalen, moet je een volledig eindexamen afleggen bij een gecertificeerd opleidingscentrum voor REAL Alternatives. Informatie over het examen is beschikbaar op <http://www.realalternatives.eu/>

Je kunt nu je zelfstudie voortzetten met een van de volgende REAL Alternatives leermodules:

1. Kennismaking met alternatieve koelmiddelen – veiligheid, efficiëntie, betrouwbaarheid en goede praktijk
2. Veiligheid en risicobeoordeling
3. Systeemontwerp voor systemen met alternatieve koelmiddelen
4. Lekktheid en lekdetectie bij alternatieve koelmiddelen
5. Richtlijnen in verband met onderhoud en herstellingen van systemen die met alternatieve koelmiddelen werken
6. Bestaande koelsystemen retrofitten met lage GWP-alternatieven
7. Checklist met wettelijke verplichtingen bij werken met alternatieve koelmiddelen
8. Meten van de financiële en ecologische impact van lekkage
9. Hulpmiddelen en begeleiding voor het uitvoeren van een onderzoek ter plaatse

Gebruiksvoorwaarden

De REAL Alternatives e-learning materialen worden kosteloos ter beschikking gesteld voor educatieve doeleinden en mogen niet worden verkocht, afgedrukt, gekopieerd of gereproduceerd zonder voorafgaande schriftelijke toestemming. Alle materialen blijven eigendom van het Institute of Refrigeration (UK) en partners. Materialen zijn ontwikkeld door experts en zijn onderworpen aan een grondige collegiale toetsing en testen, maar het IOR en partners accepteren geen aansprakelijkheid voor fouten of weglatingen. © IOR 2015, herzien 2017

Dit project is gefinancierd met steun van de Europese Commissie. Deze publicatie [communicatie] geeft uitsluitend de mening van de auteur weer en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor het gebruik van de informatie die erin is vervat.