



With contribution of  
the LIFE programme  
of the European Union

# Veiligheid en Risicobeheer

Bij gebruik van alternatieve koelmiddelen

## Inhoud

- 1 - Overzicht van veiligheidsrisico's
- 2 - Veiligheidsclassificatie
- 3 - Brandbaarheid
- 4 - Verstikking en toxiciteit
- 5 - Hogere drukken
- 6 - Veilig omgaan met R744 (CO<sub>2</sub>)
- 7 - Veilig omgaan met R717 (NH<sub>3</sub>)
- 8 - Veilig omgaan met brandbare koelmiddelen
- 9 - Risicobeheer
- 10 - Zelftestvragen





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](http://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 vervolledigen en het bijhorende examen afleggen.

[www.realalternatives.eu](http://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](http://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](mailto:ior@ior.org.uk). Vragen over het leerprogramma of inhoudelijke vragen kunnen gericht worden aan [ior@ior.org.uk](mailto: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 2 -

## Veiligheid en risicobeheer

### Doel van deze module

Deze module geeft informatie over de gevaren van alternatieve koelmiddelen en vat samen hoe u deze veilig kunt toepassen. Meer gedetailleerde informatie over het gebruik van deze koelmiddelen is opgenomen in modules 1 (Kennismaking), 3 (Ontwerp), 4 (Lekdetectie) en 5 (Service). Deze module:

- Identificeert de gevaren van alternatieve koelmiddelen
- Laat zien hoe de gevaren kunnen worden beperkt tot een minimum tijdens ontwerp, installatie, service en ontmanteling
- Laat zien hoe risico's worden beoordeeld en beheerd

Deze module vervangt in geen geval praktijktraining, welke essentieel is bij het werken met deze koelmiddelen. In deze module 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.

# 1 Overzicht van veiligheidsrisico's

Aan alle natuurlijke koelmiddelen en lage GWP-koelmiddelen zijn gevaren verbonden in vergelijking met de traditionele HFK's. Deze zijn:

- Brandbaarheid
- Toxiciteit
- Hoge drukken

De onderstaande tabel vat de gevaren van de natuurlijke- en lage GWP-koelmiddelen samen.

**Tabel 1, Gevaren verbonden aan alternatieve koelmiddelen**

Koelmiddel	Inademen	Brandbaarheid	Druk <sup>1</sup>	Andere gevaren
R744	Lage Toxiciteit	Niet brandbaar	Veel hoger	Grote drukstijging door ingesloten vloeistof. Vorming van droogijs.
R717	Hoge Toxiciteit	Lagere brandbaarheid	Lager	
R32	Verstikkend	Lagere brandbaarheid	Hoger	Ontbindingsproducten bij verbranding zeer giftig.
R1234ze	Verstikkend	Lagere brandbaarheid	Lager	Ontbindingsproducten bij verbranding zeer giftig.
R600a	Verstikkend	Zeer brandbaarheid	Veel lager	
R290	Verstikkend	Zeer brandbaarheid	Gelijk	
R1270	Verstikkend	Zeer brandbaarheid	Gelijk	

**Voor alle koelmiddel geldt (inclusief voor HFK's): De risico's verminderen door het lekpotentieel te minimaliseren!**

<sup>1</sup> Vergeleken met R404A

## 2 Veiligheidsclassificatie

De veiligheidsclassificaties hieronder worden gedefinieerd in ISO817:2014<sup>2</sup> en worden ook gebruikt in EN378-1:2016<sup>3</sup>.

De classificaties bestaan uit twee delen: A of B gevolgd door 1, 2L, 2 of 3.

- A of B geeft de toxiciteitsgraad weer
  - Klasse A is de klasse met de laagste toxiciteit (de meeste koelmiddelen behoren tot deze klasse)
  - Klasse B is de klasse met de hoogste toxiciteit (R717 behoort tot klasse B)
- 1, 2L, 2 of 3 geeft de mate van brandbaarheid weer
  - 1, niet brandbaar
  - 2L, lagere brandbaarheid
  - 2, brandbaar
  - 3, uiterst brandbaar

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de veiligheidsclassificatie van de natuurlijke koelmiddelen en een aantal lage GWP-koelmiddelen.

**Tabel 2, veiligheidsinformatie**

Koelmiddel	Veiligheidsclassificatie <sup>a</sup>	LFL, kg/m <sup>3</sup> <sup>b</sup>	Zelfontbrandings-temp, °C	PL, kg/m <sup>3</sup> <sup>c</sup>	ATEL / ODL <sup>d</sup> Kg/m <sup>3</sup>
CO <sub>2</sub> R744	A1	Niet van toepassing	Niet van toepassing	0.1	0.072
NH <sub>3</sub> R717	B2L	0.116	630	0.00035	0.00022
HFC R32	A2L	0.307	648	0.061	0.30
HFO R1234ze	A2L	0.303	368	0.061	0.28
HFO R1234yf	A2L	0.289	405	0.058	0.47
HC R600a	A3	0.043	460	0.011	0.059
HC R290	A3	0.038	470	0.008	0.09
HC R1270	A3	0.047	455	0.008	0.0017

- a. De veiligheidsclassificatie zoals vermeld in EN378-1.
- b. LFL (kg/m<sup>3</sup>) is de Lower Flammability Limit (onderste ontvlambaarheidslimiet) zoals vermeld in EN378-1.
- c. PL is de Practical Limit (praktische limiet) zoals vermeld in EN378-1. Voor A1-koelmiddelen is dit de hoogste concentratie in een gebruikte ruimte die niet zal leiden

<sup>2</sup> ISO817:2014 Koelmiddelen – Definities en veiligheidsclassificaties.

<sup>3</sup> EN378-1:2016, Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieu-eisen – Deel 1: Basiseisen, definities, classificatie en selectiecriteria

tot een belemmering van ontsnapping. Voor A3-koelmiddelen bedraagt deze waarde ongeveer 20 % LFL.

- d. ATEL/ODL is de Acute Toxicity Exposure Limit / Oxygen Deprivation Limit zoals vermeld in EN 378-1. Dit is het peil waarboven een ongunstig effect ontstaat ten gevolge van één enkele of meerdere blootstellingen in een korte periode (meestal minder dan 24 uur)

### 3 Brandbaarheid

De brandbaarheidsclassificatie wordt uitgelegd in tabel 3.



Tabel 3, brandbaarheidsclassificatie

Brandbaarheids-classificatie	Lager ontvlambaarheidspeil (LFL), volume % in lucht <sup>4</sup>	Verbrandingswarmte, J/kg	Vlamverspreiding
1, niet brandbaar	Geen vlamverspreiding tijdens test bij 60°C en 101,3 kPa		
2L, lagere brandbaarheid	> 3.5	< 19,000	Vertoont vlamverspreiding tijdens test bij 60°C en 101,3 kPa. En heeft een maximale brandsnelheid van $\leq 10$ cm/s getest bij 23°C en 101,3 kPa.
2, brandbaar	> 3.5	< 19,000	Vertoont vlamverspreiding tijdens test bij 60°C en 101,3 kPa.
3, uiterst brandbaar	$\leq 3.5$	$\geq 19,000$	Vertoont vlamverspreiding tijdens test bij 60°C en 101,3 kPa.

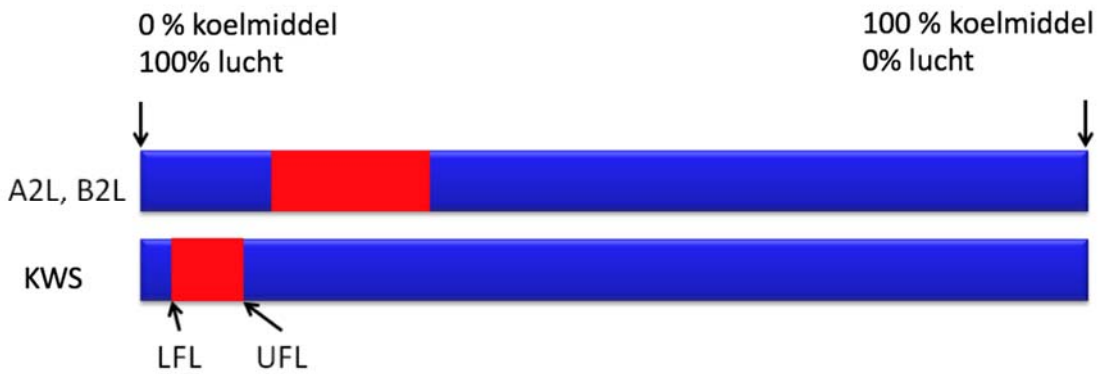
Opmerking – de 2L-veiligheidsclassificatie is een nieuwe klasse en is nu opgenomen in EN 378

Drie voorwaarden zijn vereist om tot ontbranding te kunnen komen – brandstof, zuurstof en een ontstekingsbron. Voor alle brandbare koelmiddelen zal verbranding optreden als de koelmiddelconcentratie in lucht tussen het onderste en bovenste ontvlambaarheidsniveau ligt en als er een ontstekingsbron is.

Het ontbrandbaarheidsgebied voor koolwaterstoffen, A2L koelmiddelen en R717 wordt getoond in onderstaande figuur.



<sup>4</sup> Bijvoorbeeld, R290 heeft een LFL van 0.038 kg/m<sup>3</sup> wat ongeveer gelijk is aan 2 volume % in lucht



Een open vlam zal alle brandbare koelmiddelen ontsteken, b.v. hardsoldeervlam, lucifer, aansteker.

Elektrische toestellen die vonken veroorzaken zullen A3 koelmiddelen (KWS-en) en mogelijk A2L koelmiddelen ontsteken.

Enkele voorbeelden van elektrische toestellen die vonken veroorzaken zijn:

- Aan/uit-schakelaars, vb. elektrisch stopcontact, vacuümpomp, recuperatie-unit;
- Contactoren;
- Lichtschakelaars;
- Standaard thermostaten;
- Standaard compressorrelais en overbelastingsbeschermers (klixons);
- Standaard pressostaten (hogedruk, lagedruk, olie verschildruk);
- Standaard balasten;
- Standaard timers (vb. voor ontdooiing) en controllers;
- De meeste elektronische lekdetectors.

Elektrische toestellen die voldoen aan EN60079 deel 7<sup>5</sup> of 15<sup>6</sup> zijn geen ontstekingsbronnen bij toepassing op een zone 2-classificatie. Het type elektrische beveiliging heeft betrekking op de zone. Normaal gesproken is zone 2 van toepassing, maar als de zone anders is, kunnen er andere componentclassificaties van toepassing zijn.



<sup>5</sup> EN 60079-7:2015 Explosive atmospheres. Equipment protection by increased safety "e"

<sup>6</sup> EN 60079-15:2010 Explosive atmosphere. Equipment protection by type protection "n"



## 4 Verstikking en Toxiciteit

Alle koelmiddelen zijn verstikkend omdat ze de plaats van lucht innemen. Inademing van koelmiddeldamp in voldoende hoeveelheden kan verstikking en overgevoeligheid van het hart veroorzaken en een effect hebben op het centrale zenuwstelsel. Dit kan leiden tot duizeligheid, lethargie of een onregelmatige hartslag. Verstikking is een gevaar als een grote hoeveelheid vrijkomt, met name in een afgesloten ruimte, zoals in een koelcel of in een machinekamer.



R717 is toxisch en heeft een erg lage praktische limiet ( $0,00035 \text{ kg/m}^3$ ). R717 is irriterend en bijtend.

- **Inademing.** Blootstelling aan hoge concentraties veroorzaakt onmiddellijke verbranding van de neus, keel en luchtwegen. Dit kan resulteren in ademnood of falen van de ademhaling. Inhalatie van lagere concentraties kan hoesten en irritatie van de neus en de keel veroorzaken. De penetrante geur van de R717 geeft vroegtijdige waarschuwing voor zijn aanwezigheid, maar blootstelling veroorzaakt ook geurblindheid, waardoor het bewustzijn bij langdurige blootstelling bij lage concentraties wordt verminderd.
- **Contact met de huid.** Blootstelling aan lage concentraties R717 kunnen al vlug leiden tot irritatie van de huid of de ogen. Blootstelling aan hogere concentraties ammoniak kunnen leiden tot ernstige verwondingen en brandwonden. Contact met vloeibaar ammoniak kan ook leiden tot vrieswonden, zoals met alle koelmiddelen.

### Ontbindingsproducten

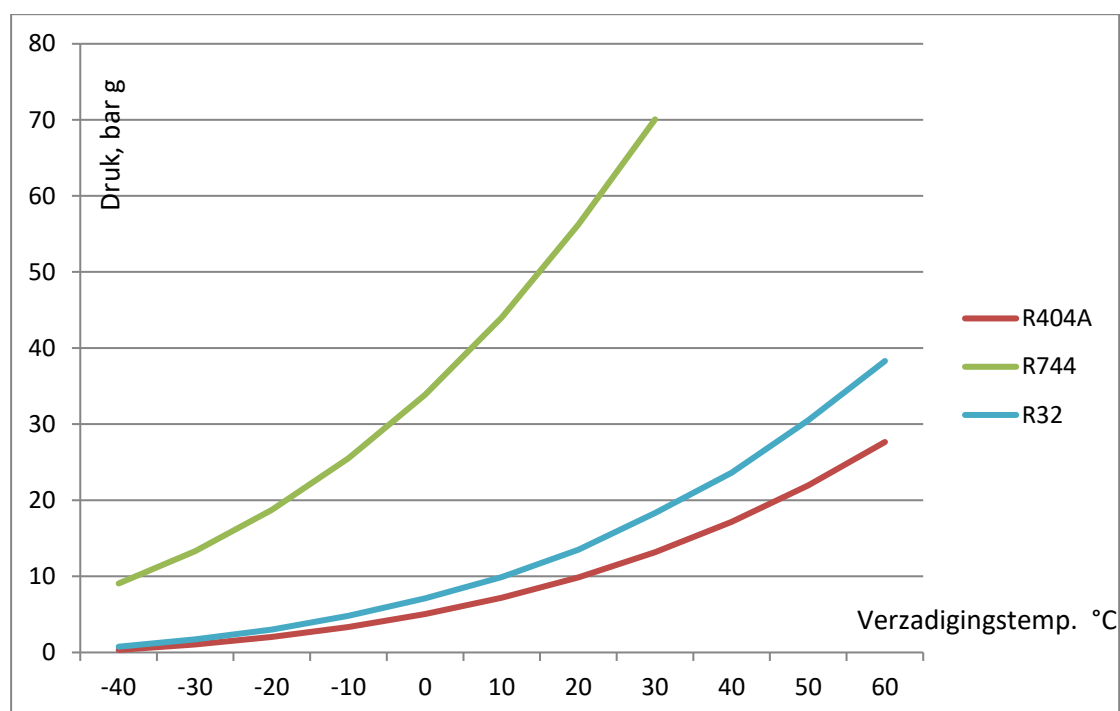
HFK's en HFO's vormen toxische ontbindingsproducten bij verbranding. b.v. wanneer een A2L-koelmiddel zoals R32 wordt ontstoken door een open vlam zal waterstoffluoride worden geproduceerd dat fluorwaterstofzuur vormt wanneer het in contact komt met vocht (bijvoorbeeld in de lucht of in uw mond). De effecten van inademing of contact zijn zeer ernstig en vereisen meestal een ziekenhuisbehandeling. Dit is een gevaar voor alle HFK-koelmiddelen, maar A2L-HFK's en HFO's vormen een groter risico omdat ze worden ontstoken door een open vlam, zoals een hardsoldeertoorts.

## 5 Hogere drukken

De meeste van de alternatieve koelmiddelen werken bij drukken lager dan of vergelijkbaar met R404A. Maar R32 en R744 werken op hogere druk, zoals weergegeven in de onderstaande grafiek.



Figuur 1, druk temperatuur, hogedruk koelmiddelen



De bedrijfs- en stilstanddrukken van R32 zijn vergelijkbaar met R410A (momenteel veel gebruikt in airconditioningsystemen).

Onderstaande tabel toont typische drukken voor R744:

Danfoss Refrigerant  
Slider App  
Bitzer PT App

Tabel 2, Typische drukken voor R744

	Gebruikelijke drukwaarde bar g (MPa)
Instelling van PRV (pressure relief valve) in de hoge drukzijde van het transkritische systeem (d.w.z. PS)	120 (12)
Hoge drukzijde van het transkritische systeem, dat boven het kritische punt werkt	90 (9)
Tussendruk in een transkritisch systeem	35 tot 65 (3.5 to 6.5)
Instelling van PRV in de hoge drukzijde van de lage trap van een cascadesysteem (d.w.z. PS)	40 (4)
Hoge drukzijde in de lage trap van een cascadesysteem	30 (3)
Lagetemperatuurverdamper (LT)	15 (1.5)
Hogetemperatuurverdamper (HT)	30 (3)
Cilinder die buiten opgesteld staat bij een omgevingstemperatuur van 5 °C	40 (4)
Installatie bij stilstand bij een omgevingstemperatuur van 20 °C	55 (5.5)

## 6 Veilig omgaan met R744

**Samenvatting van de belangrijkste gevaren die ernstiger zijn dan bij traditionele koelmiddelen:**

**Verstikking.** De praktische limiet is lager dan voor andere koelmiddelen met lage giftigheid (veiligheidsklasse A). Bij concentraties vanaf 30 000 ppm zal hyperventilatie gevolgd door hypoventilatie optreden. De concentratie van R744 als gevolg van een lek zal snel stijgen als gevolg van de hogere druk en de daaruit voortvloeiende snelheid van ontsnapping uit het systeem.

**Hogedruk.** De werkdruk is tot 90 bar g bij transkritische systemen. De druk in een nog niet gebruikte cilinder R744 is ongeveer 70 bar g bij een omgevingstemperatuur van 31°C.

**Drukstijging door ingesloten vloeistof.** De druk van ingesloten vloeistof zal stijgen met ongeveer 10 bar voor elke temperatuurverhoging van 1K. Dit is groter dan voor andere koelmiddelen en bovendien is het potentiële gevaar bij het insluiten van vloeibaar koelmiddel groter bij R744-systemen vanwege de lage vloeistofleidingtemperaturen (deze zijn meestal lager dan de omgevingstemperatuur).

**Droogijs.** Droogijs wordt gevormd wanneer de druk van R744-damp wordt verlaagd tot onder 4,2 bar g (het tripel-punt). Dit kan bijvoorbeeld afblaasleidingen blokkeren.

### Risico's beperken door het ontwerp.

Alle componenten, inclusief pijpwerk en fittingen, moeten geschikt zijn voor de PS-waarden.



Zie REAL Alternatives  
Module 3

Nadelig zijn de hoge drukken die voorkomen:

- Lage drukzijde: +/- 26 bar abs
- Hoge drukzijde 25°C: +/- 65 bar abs
- Hoge drukzijde 40°C: +/- 90 bar abs

Belangrijk zijn de drukken die kunnen optreden bij stilstand van de installatie. nl. 25°C = +/- 65 bar abs. Dit brengt met zich mee dat de componenten ook aan de lagedruk-zijde tegen deze druk moeten bestand zijn.

Meestal wordt de druk aan de lage drukzijde laag gehouden door de compressor zelf. Als beveiliging tegen deze hoge drukken worden er op verschillende plaatsen overdrukventielen gemonteerd.

Vaste lekdetectie moet worden aangebracht waar een lek zou kunnen resulteren in een concentratie groter dan de ATEL. Voor R744 is de ATEL/ODL 0,072 kg/m<sup>3</sup>, dus het alarm moet worden ingesteld op 0,036 kg/m<sup>3</sup> (ongeveer 20.000 ppm). Typisch zal er ook een pre-alarm zijn bij 5.000 ppm vanwege de snelle stijging van de concentratie in het geval van een lek als gevolg van de hoge drukken van R744.

## Veilig werken

Geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) moeten worden gedragen door iedereen die invasief op R744-systemen werkt. Dit omvat handschoenen en veiligheidsbril en gehoorbeschermers bij het afblazen van koelmiddel.

Afgesloten ruimten mogen niet worden betreden als de vaste detectie een alarm geeft, of als er een andere indicatie voor een lek is. Een persoonlijke R744-detector moet worden gebruikt als er geen vaste lekdetectie is.

Werk moet worden uitgevoerd in een goed geventileerde ruimte.

Manometerset en vulslangen moeten geschikt zijn voor de druk. Dit is afhankelijk van de omgevingstemperatuur (en dus de cilinderdruk) en de druk van het systeem of gedeelte van het systeem dat wordt gevuld of afgeblazen.



Zie REAL Alternatives  
Module 5

Alle vul- en afblaasleidingen moeten worden vastgezet zodat ze niet kunnen losschieten.

Duidelijke procedures moeten worden opgesteld voor alle serviceactiviteiten die het gevaar van ingesloten vloeistof in het systeem, manometer of vulslangen elimineren.

R744 kan als vloeistof worden afgeblazen, zodat het grootste deel van het koelmiddel uit het systeem wordt afgeblazen voordat het triple-punt wordt bereikt. Zorg ervoor dat tijdens dit proces de vorming van droogijs in de afblaasleiding wordt voorkomen. Het gebruik van een korte afblaasleiding met een grote diameter (groter dan 12 mm diameter) minimaliseert het risico hiervan.

## 7 Veilig omgaan met R717

**Samenvatting van de belangrijkste gevaren die ernstiger zijn dan bij traditionele koelmiddelen:**

**Toxiciteit.** R717 is toxisch en corrosief. Inademen van R717 beschadigt neus, keel en longen. Contact met de huid veroorzaakt irritatie en brandwonden.

**Lagere brandbaarheid.** R717 in de lucht kan mogelijk worden ontstoken door een open vlam en niet-afgedichte elektrische apparaten.

### Risico's beperken door het ontwerp.

De systeemvulling moet worden beperkt overeenkomstig EN 378 deel 1, bijlage C, tabel C.1.

Zie REAL Alternatives  
Module 1

R717 heeft een zeer lage praktische limiet ( $0,00035 \text{ kg/m}^3$ ). Vaste lekdetectie moet worden gebruikt als een lek tot een hogere concentratie kan leiden. Het lage alarm moet worden ingesteld op 500 ppm en moet mechanische ventilatie en een bewaakt hoorbaar alarm activeren. Het hoge niveau alarm moet worden ingesteld op 30.000 ppm en moet de installatie stoppen en de elektriciteit isoleren.

Het systeem moet worden ontworpen om ontsteking te voorkomen in het geval van een lek (zie het volgende deel over brandbare koelmiddelen voor meer informatie).

Zie REAL Alternatives  
Module 3

### Veilig werken

Geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) moeten worden gedragen door iedereen die invasief op R717-systemen werkt. Dit omvat handschoenen en een veiligheidsbril. Ademhalingsapparatuur kan ook nodig zijn.

Afgesloten ruimten mogen niet worden betreden als de vaste detectie een alarm geeft, of als er een andere indicatie voor een lek is.

Het werkgebied moet goed worden geventileerd zonder ontstekingsbron binnen 3 m van het systeem en de bijbehorende apparatuur.

Alle gebruikte apparatuur moet geschikt zijn voor gebruik met de R717.

## 8 Veilig omgaan met brandbare koelmiddelen

**Samenvatting van de belangrijkste gevaren die ernstiger zijn dan bij traditionele koelmiddelen:**

**Brandbaarheid.** A2L, B2L en A3 koelmiddelen zijn potentieel ontbrandbaar in lucht. Ze worden ontstoken door een open vlam en door vonken van niet-afgedichte elektrische apparaten.

### Risico's beperken door het ontwerp.

De koelmiddelinhoud moet worden beperkt overeenkomstig EN 378 deel 1, bijlage C, tabel C.2 (behalve voor R717 waarbij toxiciteit het dominante gevaar is en tabel C.1 van toepassing is).

Zie REAL Alternatives  
Module 1

Lekttests moeten worden uitgevoerd om vast te stellen of er zich ontstekingsbronnen (bijvoorbeeld vonkende elektrische apparaten) in een ontvlambare zone bevinden, in het geval van een lek. Als uit de tests blijkt dat ontstekingsbronnen zich in een potentieel ontvlambare zone bevinden, moet een van de volgende opties worden toegepast:

Zie REAL Alternatives  
Module 3

- Het gebruik van geschikte veilige (bijvoorbeeld Ex-rated) elektrische apparaten;
- Verplaatsen van elektrische apparaten buiten de ontvlambare zone;
- Voldoende permanente ventilatie.

Voor sommige systemen/ koelmiddelen kan gasdetectie vereist zijn (EN 378 Deel 1 geeft aan wanneer ze moeten worden gebruikt).

Zie REAL Alternatives  
Module 4

### Veilig werken

Geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) moeten worden gedragen door iedereen die invasief op koelmiddelsystemen met brandbare koelmiddelen werkt. Dit omvat handschoenen en een veiligheidsbril. Bovendien moet een koelmiddeldetector geschikt voor brandbare koelmiddelen worden gebruikt om het werkgebied continu te controleren op de aanwezigheid van ontvlambaar gas.

Zie REAL Alternatives  
Module 5

Het werkgebied moet goed worden geventileerd zonder ontstekingsbron binnen 3 m van het systeem en de bijbehorende apparatuur.

De recovery-unit en lekdetector moeten geschikt zijn voor gebruik met het brandbaar koelmiddel.

Voorafgaand aan het lossolderen van verbindingen moet eventuele resterende koelmiddelvulling uit het systeem worden verwijderd, het systeem wordt gevacumeerd en vervolgens bij lagedruk met droge stikstof worden gespoeld.

Als elektrische apparaten moeten worden vervangen, moeten deze worden vervangen door hetzelfde apparaat.

De Europese ATEX<sup>7</sup> -werkplekrichtlijn is van toepassing op werkplekken waar brandbare stoffen worden gebruikt, inclusief gebieden waar technici invasief werken aan koelmiddelsystemen met brandbare koelmiddelen. De bovenstaande punten zijn gebaseerd op deze richtlijn, maar u moet ATEX 153 raadplegen voor volledige informatie. Het UK Institute of Refrigeration heeft een richtlijn die dit samenvat (enkel in het Engels).



See IoR Guidance Note  
19

---

<sup>7</sup> ATEX is de naam die gewoonlijk wordt gegeven aan de Europese richtlijn inzake minimumvereisten voor het verbeteren van de veiligheid en gezondheidsbescherming van werknemers die mogelijk risico lopen op explosiegevaar

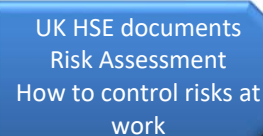
## 9 Risicobeheer

Een risk assessment is de methode waarmee u beslist hoe waarschijnlijk het is dat er letsel zal optreden door een bepaalde activiteit (dit wil zeggen het risiconiveau) en welke maatregelen u moet nemen om het risico te beheersen. Risico is een onderdeel van het dagelijks leven - er wordt van u niet verwacht dat u risico's elimineert, maar u moet weten wat de belangrijkste risico's zijn en hoe u ze op verantwoorde wijze kunt beheren. Deze gids behandelt alleen de risico's die gepaard gaan met het gebruik van alternatieve koelmiddelen - deze brengen extra gevaren met zich mee in vergelijking met traditionele koelmiddelen.

Een **gevaar** is iets dat schade kan veroorzaken. Een **risico** is de kans dat een gevaar schade kan toebrengen.

Er zijn vier fasen bij het opstellen van een risk assessment:

1. Identificeer de gevaren, gebruik hiervoor hoofdstuk 1, 6, 7 en 8;
2. Stel vast wie schade kan oplopen, meestal is dit de technicus en in sommige gevallen andere werknemers en het grote publiek;
3. Evalueer de risico's, rekening houdend met de waarschijnlijkheid van voorkomen en de daaruit voortvloeiende ernst. Houd rekening met maatregelen die getroffen kunnen worden om de risico's te beheersen, zie hiervoor hoofdstuk 6, 7 en 8;
4. Noteer de bevindingen.



UK HSE documents  
Risk Assessment  
How to control risks at  
work

Als het beoordeelde risico hoog is, moet u andere beheersmaatregelen overwegen. Als u bijvoorbeeld werkt aan koelgroep met een brandbaar koelmiddel, kunt u het apparaat naar buiten verplaatsen om het risico te verkleinen.

De onderstaande risk assessment is een voorbeeld opgesteld bij het recupereren van R1270 uit een vitrinekoeling met een vulling van 850 g, uitgerust met Schröder-ventielen aan de hoge- en de lagedrukzijde. Herstel vindt plaats op de werkvloer.



Activiteit	Recupereren van R1270
Locatie	XX supermarkt
Beoordeeld door	XX
Datum	XX

Waarschijnlijkheid (W)

1	Onwaarschijnlijk
2	Waarschijnlijk
3	Bijna zeker

Ernst (E)

1	Klein letsel
2	Ernstig letsel
3	Catastrofaal letsel of dodelijk ongeval

Evaluatie matrix

Ernst	3	Medium	Hoog	Hoog
	2	Laag	Medium	Hoog
	1	Laag	Laag	Medium
		1	2	3
Waarschijnlijkheid				

Risiconiveau (R)

Laag	
Medium	
Hoog	

Personen in gevaar	Gevaren geïdentificeerd	Controlemaatregelen	Risico's na controles		
			W	E	R
Koeltechniker Winkelpersoneel	Explosie	Het werk wordt buiten de handelsuren uitgevoerd. Barrières worden rondom het werkgebied geplaatst om winkelpersoneel weg te houden. Het werkgebied is goed geventileerd. Er zijn geen ontstekingsbronnen binnen 3 m van de KWS-vitrine en onderhoudsapparatuur. Er wordt een recuperatietoestel gebruikt dat geschikt is voor gebruik met KWS-koelmiddel en wordt buiten het werkgebied van 3 m geschakeld. Er bevindt zich een brandblusser binnen het werkgebied. Een KWS-detector wordt gebruikt om te waarschuwen voor een KWS-lek in het werkgebied. De technicus is getraind en beoordeeld op het veilig omgaan met KWS-koelmiddelen.	1	2	
Koeltechniker Winkelpersoneel	recovery cilinder gevuld met te veel koelmiddel	Cilinders zijn duidelijk gemarkeerd met het veilige vulgewicht voor het koelmiddel. Weegschalen worden gebruikt om de cilinder te wegen tijdens het recupereren om te zorgen dat het veilige vulgewicht niet wordt overschreden.	1	2	
Koeltechniker	Vrieswonden	De technicus draagt tijdens het werk handschoenen en een veiligheidsbril.	2	1	
Koeltechniker Winkelpersoneel	Verstikking	Het werkgebied is goed geventileerd. Een KWS-detector wordt gebruikt om een KWS-lek in het werkgebied te detecteren.	1	1	

## 10 Zelftestvragen

Probeer de meerkeuzevragen hieronder om uw leerproces te checken:

### Vraag 1 -

Welke van de volgende gevaren hebben betrekking op R32?

- i. Uiterst brandbaar
- ii. Lagere brandbaarheid
- iii. Hoge toxiciteit
- iv. Vorming van droogijs

### Vraag 2 –

Onder welke koelmiddelklasse wordt R290 in EN378 geclassificeerd?

- I. A2
- II. A3
- III. B2
- IV. A2L

### Vraag 3 –

Welk van de volgende bronnen zal een A3-koelmiddel niet ontsteken?

- I. Een HFC-lekdetecteur
- II. Een open vlam
- III. Een Ex-rated ventilatormotor
- IV. Een standaard compressor relais

### Vraag 4 –

Een vast lekdetectiesysteem voor R717 moet een alarm geven bij:

- I. 500 ppm
- II. 5,000 ppm
- III. 50,000 ppm
- IV. Lekdetectie is nooit nodig bij een ammoniakstelsel

(De juiste antwoorden worden getoond aan het einde van de volgende pagina.)

## Volgende stappen

De informatie in deze modules geeft een inleiding tot de veiligheidsrisico's en hoe deze moeten worden beheerd voor de meest voorkomende alternatieve 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 gelicentieerd 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.*

*Juiste antwoorden: V1 = ii, V2 = ii. V3 = iii, V4 = i.*