



With contribution of  
the LIFE programme  
of the European Union

# Lekdichtheid & Lekdetectie

Bij gebruik van alternatieve koelmiddelen

## Inhoud

- 1 - Inleiding
- 2 - Effectief lektesten
- 3 - Druktesten
- 4 - Potentiële lekpunten
- 5 - Wettelijke verplichtingen
- 6 - Logboek
- 7 - Vaste lekdetectiesystemen
- 8 - 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	Lekkichtheid 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](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 4 – Lekkichtheid en Lekdetectie

## 1 Inleiding

Deze module behandelt de lekkichtheid en lekdetectie van gevulde, werkende systemen. Het is geen vervangmiddel voor praktische training en/of ervaring. Aan het einde van de module vindt u bijkomende informatie uit verschillende bronnen. Deze worden aanbevolen als technische leidraad voor het bekomen van meer informatie over dit onderwerp. Lekken beperken is om de volgende redenen voor alle koelmiddelen van belang:



**Figuur 1, Elektronische lekdetector geschikt voor KWS-en**

- Omwille van de veiligheid – alle koelmiddelen zijn verstikkend, veel van de alternatieven zijn brandbaar en R717 is toxisch;
- Om de prestaties op een hoog peil te houden – een lekkend systeem heeft een lagere capaciteit en verbruikt meer stroom dan een goed gevuld systeem;
- Om de kosten voor de vervanging of bijvullen van koelmiddel, onderhoud en het extra stroomverbruik zoveel mogelijk te beperken;
- Om de betrouwbaarheid van het systeem te verbeteren en gevolgschade zoveel mogelijk te beperken;
- Om het directe effect op de klimaatverandering zoveel mogelijk te beperken – sommige van de alternatieven hebben nog steeds een hoog GWP (Global Warming Potential);
- Om indirecte CO<sub>2</sub>-emissies door het extra stroomverbruik zoveel mogelijk te beperken;
- Omdat dit wettelijk vereist is voor F-gassen – zoals R32.

Effectieve lekdetectie is belangrijk, maar het is nog belangrijker om ervoor te zorgen dat de lekkichtheid van koelinstallaties hoge prioriteit heeft.

## 2 Effectief lektesten

Dit gedeelte behandelt de verschillende lektestmethoden en laat zien hoe ze moeten worden uitgevoerd.

In de tabel hieronder vindt u een samenvattend overzicht van de mogelijke methoden om lekken van alternatieve koelmiddelen op te sporen.

Tabel 1, Lekdetectiemethoden

Koelmiddel	Lekdetectie spray <sup>1</sup>	Elektronische lekdetector <sup>1</sup>	Fluorescerend additief	Ultrasoon
R744	Goed	Goed, controleer of de detector geschikt is voor R744	OK	Goed
R717		Goed, controleer of de detector geschikt is voor R717	Niet geschikt	
R32		Goed, controleer of de detector gevoelig is voor het koelmiddeltype en veilig werkt met een brandbaar koelmiddel	Goed	
R1234ze				
R1234yf				
KWS-en (R600a, R290, R1270)				

1. Controleer of de systeemdruk positief is (d.w.z. hoger dan de atmosferische druk) wanneer u een van deze methoden toepast. Dit is vooral belangrijk bij R717, R1234ze en R600a, omdat deze lagere werkingsdrukken hebben dan andere koelmiddelen.

Voor veel van de methoden moet de druk zo hoog mogelijk zijn:

- Bij het testen van de hogedruk zijde moet het systeem draaien en moet de condensatiedruk zo hoog mogelijk zijn;
- Bij de controle van de lagedruk zijde moet het systeem uitgeschakeld zijn (maar niet in pumpdown). De werkdruk van een systeem met R290 dat bij -30 °C verdampt, bedraagt bijvoorbeeld 0,6 bar g, maar bij stilstand en een omgevingstemperatuur van 20 °C bedraagt de druk 7,4 bar g. Zet een R744-systeem niet uit. Dit zou resulteren in overdrukkleppen die afblazen;
- Bij systemen met heetgasontdooiing, moet het in ontdooifunctie staan bij de controle van de lagedruk zijde;
- Bij warmtepompen die met een omgekeerde cyclus werken, moeten beide zijden van het systeem bij een zo hoog mogelijke condensatiedruk worden gecontroleerd.



Figuur 2, Lektest

Bij alle methoden is het belangrijk dat de tests op een methodische manier worden uitgevoerd en dat alle onderdelen van het systeem worden gecontroleerd, inclusief aftakkingen naar pressostaten en overdrukventielen. U moet alle lekken opsporen. Het eerste lek dat u vindt, is niet noodzakelijk het enige lek.

U moet lekken zo snel mogelijk herstellen en het lekpunt vervolgens opnieuw testen.

Video's die laten zien hoe bellenoplossing, elektronische lekdetectoren en additieven effectief kunnen worden gebruikt om lekken te identificeren; en demonstratie van een gecombineerd UV- en ultrasoon-apparaat dat wordt gebruikt voor het identificeren van lekpunten, is beschikbaar in de e-bibliotheek van REAL Alternatives 4 LIFE.

REAL Alternatives 4 LIFE  
e-bibliotheek

### Lekdetectiespray

We adviseren om een aangekochte lekdetectiespray te gebruiken in plaats van een 'zelfgemaakte' oplossing op basis van zeep of afwasmiddel. Zelfgemaakte oplossingen kunnen te dun (waardoor er geen luchtbellen ontstaan) of te dik zijn (waardoor ze in feite een lek verbergen).

Een gedeponeerde lekdetectiespray is meestal een niet-corrosieve stof met de juiste consistentie om gemakkelijk luchtbellen te vormen. Zo'n product kan ook een antivriesmiddel bevatten, zodat het ook onder een temperatuur van 0 °C op buizen kan worden gebruikt. De spraymethode is een goede methode om lekken nauwkeurig te lokaliseren, maar ze neemt wel veel tijd in beslag bij grote systemen met een groot aantal verbindingen. Deze methode is ook niet geschikt voor geïsoleerde buizen of voor delen van het systeem die draaien met een druk die lager ligt dan de atmosferische druk. Bij een klein lek en/of bij een lagedruk kan het meerdere seconden duren voordat er zich een luchtbel vormt.

Het is een goede methode om de exacte locatie te bepalen van een lek dat is aangetroffen door een elektronische lekdetector.



Figuur 3, voorbeeld van het ontstaan van bellen ten gevolge van een lek

Video's die beschikbaar zijn in de e-bibliotheek van REAL Alternatives 4 LIFE, tonen voorbeelden van lekkend koelmiddel dat de detectiespray doet borrelen en de moeilijkheid om lekpunten te identificeren.

Alternatives 4 LIFE  
e-bibliotheek

## Elektronische lekdetectors

Elektronische lekdetectors zijn testinstrumenten die veel zorg en onderhoud vragen. Alleen zo blijven ze nauwkeurig werken. We raden u aan om ze te controleren telkens als u ze gebruikt. Volgens de F-Gas regelgeving, die relevant is voor R32, moeten elektronische lekdetectors één keer per jaar worden geïjkt. Dit is een minimumvereiste. Voor een optimale betrouwbaarheid controleert u ze best vaker.



De detector mag niet door olie worden verontreinigd en de filter (indien aanwezig) moet regelmatig worden vervangen.

Hieronder de drie types lekdetectors die het vaakst worden gebruikt. Ze maken gebruik van verschillende detectiemethoden:

- Verwarmde diodedetectoren - De diode moet meestal na 100 uur dienst worden vervangen. Op de foto ziet u een gewone verwarmde diode. Dit is in de meeste gevallen de goedkoopste methode en ook de meest gebruikte methode voor HFK-koelmiddelen.



- Infrarood (IR) detectoren - De IR-sensor moet minder vaak worden vervangen. Op de foto ziet u een gewone IR-lekdetector.



- Halfgeleider - Deze sensor gaat meestal jarenlang mee. Op de foto ziet u een gewone detector die voor KWS-en wordt gebruikt. Voor R717 wordt vergelijkbare technologie gebruikt.



Het is belangrijk dat wanneer elektronische lekdetectors worden gebruikt voor brandbare koelmiddelen (bv. R600a, R290, R1270, R32 en R1234ze) ze niet alleen veilig zijn, maar ook

voldoende gevoelig om het koelmiddel te detecteren. Veel elektronische lekdetectors die voor HFK's worden gebruikt, zijn niet veilig voor gebruik met brandbare koelmiddelen.

Gebruik een referentielek om te controleren of de detector correct werkt. Open hiervoor een cilinder of een aansluiting op het systeem (met referentielektoestel) om na te gaan of de detector nauwkeurig genoeg werkt. Op de foto ziet u een eenvoudig gekalibreerd referentielektoestel dat op



het cilinderventiel of op een aansluiting op het systeem past. Wanneer het ventiel wordt geopend, bedraagt het debiet door het toestel ongeveer 5 g/jaar met het gespecificeerde koelmiddel. Als de lekdetector dit niet registreert, is een servicebeurt aan de orde. Deze methode is geschikt voor de meeste koelmiddelen, hoewel het lekdebiet varieert. Als u een referentielektoestel wilt gebruiken met R744, dan moet u navraag doen bij de leverancier. Het is nl. mogelijk dat de druk in een R744-systeem hoger ligt dan de maximumdruk van het toestel.

Er zijn ook referentielekken beschikbaar voor sommige koelmiddeltypes. Deze worden meestal geleverd in een kleine houder die bij een temperatuur van 20 °C met een debiet van 5 g/jaar lekken.

Een sterke luchtstroom kan lekkend koelmiddel zodanig laten vervliegen dat een elektronische lekdetector het niet kan detecteren. Indien mogelijk moet u de ventilator van de condensor en van de verdamper uitschakelen wanneer u het systeem rond deze onderdelen op lekken controleert. Let op dat hogedrukpressostaten de compressoren niet uitschakelen en overdrukkleppen geen gas afblazen wanneer de condensorventilatoren uitgeschakeld zijn. Schakel indien mogelijk het ventilatiesysteem van de ruimte, en eventuele andere ventilatoren in de ruimte uit, wanneer u de apparatuur binnen de ruimte wilt controleren. Zorg ervoor dat hierdoor geen brandbare atmosfeer ontstaat als er een lek is.

Alle alternatieve koelmiddelen behalve R717 zijn zwaarder dan lucht. Dit betekent dat de onderzijde van alle verbindingen moet worden gecontroleerd. Bij het binnenkomen van een koelruimte moet u eerst de lucht op vloerniveau controleren.

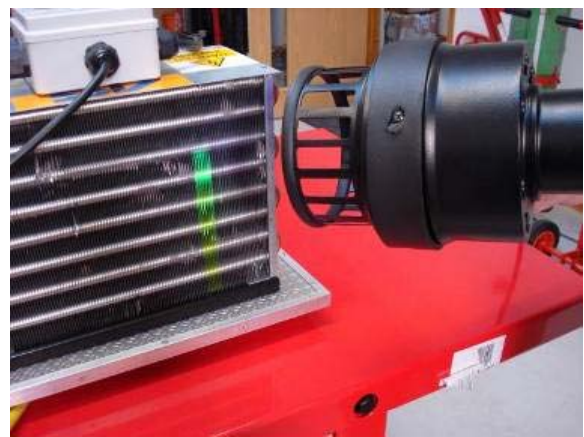
Een film in de REAL Alternatives 4 LIFE e-bibliotheek toont een aantal methodes om de correcte werking van draagbare lekdetectors te controleren.

REAL Alternatives 4 LIFE  
e-bibliotheek

### Fluorescerend Additief

U kunt een fluorescerend additief toevoegen aan de olie in een systeem.

Als er een lek is, kunt u het additief en het olielek opsporen met een UV-lamp. Deze methode biedt het voordeel dat ze een lek toont zelfs wanneer





de verbinding of het onderdeel tijdens de test zelf niet lekt. Dit is handig bij lekken waarbij niet continu vloeistof verloren gaat of bij lekken waarbij de volledige inhoud van het systeem al weggelekt is.

Het additief laat vlekken na op de buizen. Verwijder deze vlekken nadat u het lek hebt opgespoord en hersteld.

Aan deze methode hangen wel enkele nadelen vast:

- Een aantal compressorfabrikanten geven geen garantie meer als u het additief hebt gebruikt;
- Coalescentieolieafscidders scheiden het additief af, zodat het niet in de rest van het systeem doordringt. Dit is vooral relevant voor centrale systemen die met R744 werken en die meestal dit type olieafscieder gebruiken.

## Ultrasonische lekdetectoren

Ultrasonische lekdetectoren versterken het geluid van een lek. Op de foto ziet u een voorbeeld.

Deze detectoren zijn meestal uitgerust met een ingebouwde ontvanger die geluidsfrequenties binnen een specifiek bereik detecteert (nl. vergelijkbaar met dat van een lekkend koelmiddel). Het resultaat kan worden weergegeven via een hoofdtelefoon of via een zichtbaar/hoorbaar alarmsignaal.

Deze methode biedt het voordeel dat ze met eender welk koelmiddel in het systeem (of met stikstof) kan worden gebruikt, net als op delen van het systeem waar de bedrijfsdruk lager ligt dan de atmosferische druk.



## Lakmoes

R717 kan gedetecteerd worden met behulp van een strook papier die van kleur verandert afhankelijk van de pH-waarde (zuurgraad).

Lekdetectie door middel van fenolftaleïnepapier (kleurverandering op een teststrip) is minder gevoelig dan een elektronische lekdetectie.

Dit is dus niet de meest aangewezen methode. Natgemaakt papier is wel geschikt om het lekpunt heel nauwkeurig te lokaliseren, bv. op een flens of een buis van een ammoniaksysteem. Het lakmoespapier verandert van kleur wanneer een verandering in pH-waarde wordt waargenomen doordat het natgemaakte papier ammoniak absorbeert.



## Visuele controles

Een visuele controle is niet opgenomen in de tabel op de volgende pagina, maar toch mag u deze methode niet links laten liggen. Enkele aanwijzingen:

- Olivlekken op leidingen;
- Olivlekken op het isolatiemateriaal;
- Stof dat zich op olie hecht op de buizen;
- Corrosie, bovenmatige slijtage of beschadigde onderdelen.

U moet olievlekken schoonmaken nadat het lek is hersteld, zodat ze daarna geen valse indicatie van nieuwe lekken geven.

U moet de verklikker op een overdrukklep controleren. Overdrukkleppen die afgeblazen hebben, worden namelijk niet altijd op een correcte manier afgedicht.

De belangrijkste oorzaak van flash-gas in het kijkglas (vloeistofleiding) is te weinig koelmiddel. Meestal is een lek de boosdoener. Toch leidt een lek niet altijd tot flashgas in de vloeistofleiding, zeker als de koellast en/of de omgevingstemperatuur laag zijn. Dit betekent dat er een lektest op het systeem moet worden uitgevoerd, zelfs als achter het kijkglas heldere vloeistof zichtbaar is.

Veel vloeistofafsciederders zijn uitgerust met indicatoren voor een laag vloeistofpeil. Deze kunnen worden gebruikt om aan te tonen dat het systeem niet voldoende gevuld is. U moet controleren of die indicatoren werken, bv. door de stijging van het vloeistofpeil op de indicator te bekijken bij een pump-down. We herhalen hier dat een systeem toch een lek kan hebben zelfs als de indicator van het vloeistofpeil in de vloeistofafsciederder geen te lage vulling vertoont.



Figuur 4, Voorbeelden van visuele indicatoren die op lekken kunnen wijzen

## Geur

De meeste koelmiddelen zijn geurloos. Behalve R717, dat een zeer doordringende geur heeft, en R1270, dat licht naar 'gas' ruikt.

R717 is gemakkelijk op te sporen door de geur die bij een lek ontstaat. Het is al waarneembaar bij 5 ppm of  $3,5 \text{ mg/m}^3$ . De lekken kunnen in dat geval worden opgespoord met een elektronische lekdetector of lakmoespapier.

De geur van R1270 is niet sterk genoeg om als betrouwbare indicator voor een lek te gelden.

## Indirecte lekttestmethoden

De bedrijfsomstandigheden van een lekkend systeem verschillen meestal van de normale bedrijfsomstandigheden:

- De aanzuigdruk ligt lager (tenzij deze druk wordt gestuurd, bv. in een centraal systeem).
- De nuttige oververhitting (d.w.z. de oververhitting die in de verdampertot stand komt) stijgt.
- De onderkoeling neemt af.
- De persgasdruk daalt (tenzij deze druk wordt gestuurd).

Bovenmatige oververhitting en een lage of geen onderkoeling zijn indicatoren die op een tekort aan koelmiddel wijzen.

Ook kan het vloeistofpeil in het vloeistofvat gemeten worden en kan deze meting een indicatie zijn van een tekort aan koelmiddel. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat het vloeistofpeil op een natuurlijke manier kan variëren naargelang de belasting van de installatie en de omgevingsomstandigheden.

IOR Guidance Note on  
Measuring Superheat  
and Subcooling

REAL Alternatives e-  
bibliotheek: video on  
superheat and  
subcooling

IOR Guidance Note on  
indirect leak checking

## R717 Systemen

### Lektests vóór de eerste inbedrijfstelling

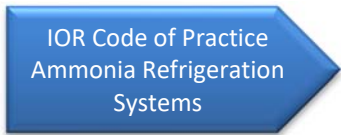
- Lektests moeten worden uitgevoerd op basis van nationaal goedgekeurde standaarden.
- Van bijzonder belang is de detectie en reparatie van lekken op het hogedruk gedeelte van de installatie, die moeilijk toegankelijk worden wanneer de installatie in bedrijf wordt gesteld.

### Lektesten in bestaande installaties

- Zodra ammoniak kan geroken worden, is lekdetectie noodzakelijk. Ook hier moet dit gebaseerd zijn op nationaal goedgekeurde standaarden.
- Lekdetectoren kunnen alleen de leksnelheid schatten (klein, gemiddeld, groot).
- Lekdetectiesprays hebben een veel slechtere gevoeligheid dan elektronische detectors.
- Als de leksnelheid van een ammoniaklek moet worden gekwantificeerd, kunnen detectie-instrumenten worden gebruikt die werken volgens het principe van fotoakoestische infraroodabsorptie.

### Competentievereisten

Lektests en eventuele fouten in ammoniaksystemen moeten onmiddellijk worden gecontroleerd en gerectificeerd door een gekwalificeerde, bevoegde persoon volgens de nationale wetgeving. Nadat een fout is verholpen, moet de installatie opnieuw opgestart worden na het uitvoeren van een geschikte druktest.



IOR Code of Practice  
Ammonia Refrigeration  
Systems

### Lekdetectie

- Ammoniak is gemakkelijk te detecteren door zijn sterke geur (waarneembaar vanaf 5 ppm = 3,5 mg / m<sup>3</sup>), die de noodzaak om te zoeken naar lekken zal aangeven.
- Lekken die onder bepaalde omstandigheden in HFK-installaties onopgemerkt kunnen blijven voor een langere periode zijn ondenkbaar in ammoniak-installaties.
- Zeer kleine lekken in ammoniak koelinstallaties (lekkage van ong. 100 g NH<sub>3</sub>/jaar) kunnen niet worden gedetecteerd door de geur als een ammoniakconcentratie van 5 ppm niet wordt bereikt.

### Principes om risico's te vermijden

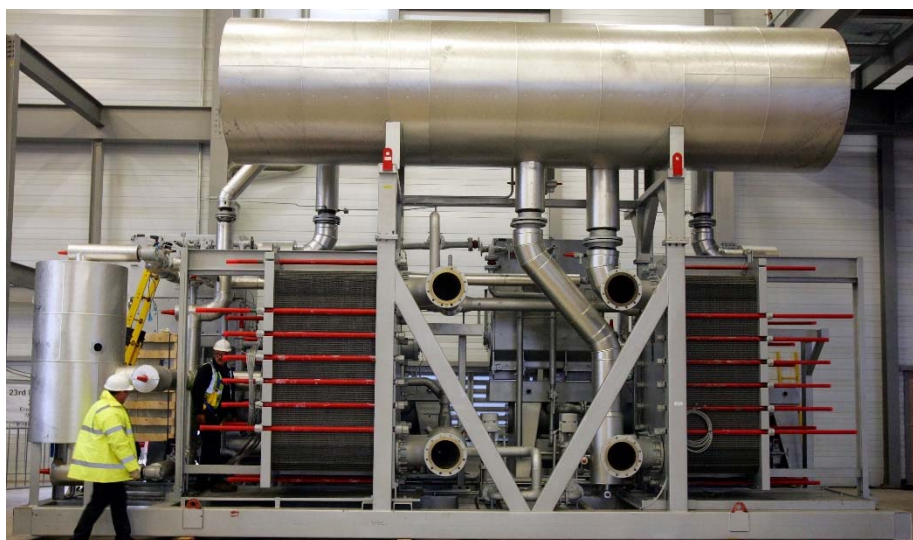
- Houd de koelmiddelinhoud zo laag mogelijk: koelmiddel dat zich niet in het systeem bevindt, kan niet lekken.
- Een goed beheerde koelinstallatie met de juiste apparatuur zal de uitstoot van koelmiddel tijdens onderhoud en service verminderen.
- Componenten die goed afsluiten, moeten worden geselecteerd om lekkage tot een minimum te beperken. Er moet rekening worden gehouden met regelmatige lektesten.
- Het is belangrijk om materialen te selecteren met een geschikte compatibiliteit, anders kunnen lekken ontstaan. Het volume van elastomeren kan bijvoorbeeld toenemen (zwellen) of afnemen (krimpen) in combinatie met bepaalde oliën en ammoniak.

## Leidingen

- Omdat koper corrodeert als het in aanraking komt met ammoniak, worden ammoniaksystemen gebouwd met koolstofstalen of RVS-leidingen en fittingen. Meer details over de goede praktijk in verband met leidingen voor ammoniakinstallaties, wordt gedetailleerd beschreven in de IOR Ammonia Refrigeration Systems Code of Practice.
- Gebruik bij voorkeur lasverbindingen om het risico op lekken te minimaliseren.
- Voor leidingen van minder dan 40 mm diameter, moeten lasverbindingen met een mof worden gebruikt.

## Monitoren van watercircuits op ammoniaklekken

- Volgens EN 378: in koelinstallaties met een koelmiddelinhoud van meer dan 500 kg koelmiddel, moeten maatregelen worden genomen om de aanwezigheid van koelmiddel te kunnen detecteren in alle aangesloten water- of vloeistofcircuits.
- Het moet worden voorkomen dat ammoniak in de riolering terecht komt of in het koelwater van een verdampingscondensor.
- De meest voorkomende meetsystemen op dit moment controleren de pH-waarde. Een ammoniaklek in een watercircuit veroorzaakt een pH-verhoging. Het is raadzaam om een apparaat te installeren dat het verschil in pH-waarde tussen de inlaat en uitlaat van de warmtewisselaar meet met automatische temperatuurcompensatie. Bij een pH-alarm, moet de warmtewisselaar op de water- en ammoniakzijde via gemotoriseerde kleppen of met de hand worden afgesloten. Nieuwere ion-selectieve meettoestellen zijn veel nauwkeuriger.
- Een andere mogelijkheid is om een ammoniak-gevoelige elektrode te gebruiken. Differentiële meting is niet nodig in dit geval.



Figuur 5, Voorbeeld van een NH<sub>3</sub>-chiller met RVS leidingwerk

### 3 Druktesten

Als u lekken niet kunt vinden met een van de hierboven beschreven methoden of als de volledige hoeveelheid koelmiddel verdwenen is via het lek, moet u met stikstof een druktest uitvoeren op het systeem.

In dat geval moet u het systeem langzaam met stikstof vullen tot 1,1 maal het maximale toelaatbare drukniveau (PS)<sup>1</sup>, en vervolgens moet u:

- Elke verbinding controleren met behulp van lekdetectiespray;  
OF
- Het systeem minstens twaalf uur lang onder druk houden en de druk op het einde van de test meten om na te gaan of hij niet gezakt is.

IOR SES Good Practice Guide 24 – Pressurising installed systems with nitrogen to find leaks

#### Effect van de omgevingstemperatuur op de druk

Als u de laatstgenoemde methode toepast, moet u ook rekening houden met de omgevingstemperatuur wegens de verhouding tussen de temperatuur en de druk van het stikstofgas in het systeem. Als u dit niet doet, zou een stijging van de omgevingstemperatuur een verlies aan stikstof kunnen verbergen. In overeenstemming met de wet van Gay-Lussac (ook de druk-temperatuurwet van Amontón genoemd):



$$P2 = (P1 \times T2) / T1$$

Waarbij:

P1 de druk is bij het begin van de test (in bar abs.)

P2 de druk is op het einde van de test (in bar abs.)

T1 de omgevingstemperatuur is bij het begin van de test (in °K)

T2 de omgevingstemperatuur is op het einde van de test (in °K)

Voor deze berekening kan een excelcalculator worden gebruikt - de afbeelding is een voorbeeld van het uitvoeren van een druktest aan de hogedruk zijde van een transkritisch R744-systeem.

Nitrogen Pressure Change	Inputs
Starting Pressure P1 (bar g)	120.00
Starting Temperature T1 (°C)	7.00
Finishing Temperature T2 (°C)	18.00
Finishing Pressure P2 (bar g)	124.75
Pressure Change (bar)	4.75

© Copyright Cool Concerns Ltd  
[www.coolconcerns.co.uk](http://www.coolconcerns.co.uk)

#### Voorafgemengd traceergas

U kunt de druktest ook uitvoeren met behulp van een specifiek mengsel van stikstof en wat helium of waterstof (meestal 5 % traceergas in 95 % stikstof). Helium en waterstof als traceergas bieden het voordeel dat ze kleine moleculen, een lage gassnelheid en een lage moleculaire massa hebben. Daardoor lekken ze sneller en verspreiden ze zich gemakkelijker. U moet hierbij een elektronische lekdetector gebruiken die gevoelig is voor het gebruikte traceergas. Deze apparaten zijn vlot verkrijgbaar in de handel.

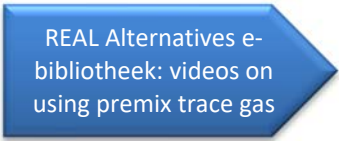


A Gas information on Trace-A-Gas

<sup>1</sup> EN378-2:2016 Koelsystemen en warmtepompen –Veiligheids- en milieueisen, ontwerp, constructie, tests, merken en documentatie 6.2.2

Op de afbeelding ziet u een voorbeeld van een lekdetector die zowel waterstof als koolwaterstof detecteert.

Opmerking: vooraf gemengd traceergas is overal verkrijgbaar.  
Dit is gebruiksklaar en hoeft u dus niet ter plekke te mengen.



REAL Alternatives e-  
bibliotheek: videos on  
using premix trace gas

## 4 Potentiële lekpunten

Lekken kunnen bij systemen die met alternatieve koelmiddelen werken op dezelfde plaatsen voorkomen als bij conventionele systemen. Het risico op lekken in KWS-systemen is meestal laag, aangezien deze systemen meestal hermetisch gesloten zijn met een beperkt aantal verbindingen. Het risico op lekken is doorgaans hoger bij R744-systemen, aangezien dit koelmiddel meestal wordt gebruikt in centrale systemen met veel verbindingpunten en met hoge werkdrukken tijdens stilstand. De moleculen van dit koelmiddel zijn ook kleiner, waardoor de kans op diffusie groter is.



Zie REAL Alternatives  
Module 1

Net als bij alle andere koelmiddelen spelen de volgende factoren een belangrijke rol bij de beperking van het risico op lekken:

- Het systeemtype – grote centrale systemen lekken van nature meer dan hermetisch gesloten systemen. Dit is gedeeltelijk toe te schrijven aan de installatie die ter plaatse gebeurt en het hogere aantal verbindingpunten in een centraal systeem.
- De druk tijdens de werking en bij stilstand van het systeem – bij systemen die met een hogere druk werken, moet nog meer aandacht worden besteed aan de juiste selectie van de onderdelen, de verbindingstukken, het installeren en lekdetectie.
- De specificaties van de onderdelen – ze moeten geschikt zijn voor de druk, de temperatuur, het koelmiddel en de olie. Dit geldt voor alle onderdelen, van de schråderventielen tot compressoren en warmtewisselaars.
- Compressoren - vermijd het gebruik van open compressoren met asdoorvoer.
- Essentiële informatie – bij de installatie moeten correcte tekeningen worden geleverd waarop alle verbindingpunten en servicepunten aangeduid zijn.
- Ontwerp met het oog op onderhoudsgemak – de verbindingpunten moeten toegankelijk zijn, zodat lekdetectie gemakkelijk en grondig kan plaatsvinden.
- Wanddikte van de buizen – deze moet op de druk geselecteerd zijn. Bij sommige delen van R744-systemen moet men stalen leidingen of K65<sup>2</sup> koperen leidingen gebruiken die een hogere druk toelaten.
- De methode om buizen met elkaar en met onderdelen te verbinden – bij gesoldeerde of gelaste verbindingen is er altijd een lager risico op lekken dan bij elk ander type van mechanische verbinding. Technici die solderen of lassen, moeten voldoende gekwalificeerd zijn. De juiste verbindingmaterialen moeten worden gespecificeerd.
- Ontwerp en installatie van leidingsystemen – leidingen moeten zodanig geïnstalleerd worden zodat trillingen tot een minimum worden beperkt. De leiding moet voldoende worden gebeugeld in overeenstemming met EN378<sup>3</sup>. Leidingwerk moet zo worden geïnstalleerd dat het niet schuurt.

---

<sup>2</sup> K65-buizen hebben een ijzergehalte van 2,5 % en zijn geschikt voor de hogedruk zijde van transkritische R744-systemen

<sup>3</sup> EN 378-2:2016 Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieueisen, ontwerp, constructie, tests, merken en documentatie, 6.2.3



- Installatie van componenten - veel componenten moeten met een vochtige doek worden omhuld tijdens het solderen om schade te voorkomen. Schrader-ventielkernen moeten tijdens hardsolderen worden verwijderd.
- Compressoren moeten worden gemonteerd volgens de instructies van de fabrikant om ervoor te zorgen dat ze geen trillingen doorgeven.
- Adequate druktesten om lekken te identificeren voordat het systeem in gebruik wordt genomen - systemen moeten onder druk worden getest op sterkte en lekdichtheid in overeenstemming met EN378<sup>4</sup>. Er moet tijd worden vrijgemaakt om de druktest grondig uit te voeren en om gebreken te repareren en opnieuw te testen.
- Instelling hogedrukpressostaat - in overeenstemming met EN378<sup>5</sup> mag de instelling niet meer dan 90% van de PS bedragen, waar overdrukventielen (PRV's) zijn aangebracht. Als dit niet wordt opgevolgd, kan de overdrukklep afblazen bij een snelle stijging van de druk omdat de hogedrukpressostaat het systeem niet op tijd uitschakelt.
- Onderhoud - het onderhoudsregime moet geschikt zijn voor het installatietype. De lektestfrequentie zoals gespecificeerd in de F-gasverordening<sup>6</sup> moet als minimum worden gebruikt voor alle soorten koelmiddelen (zie hoofdstuk 6), maar veel systemen zullen baat hebben bij frequentere lektesten, bijvoorbeeld wekelijks of maandelijks. Alle gevonden lekken moeten onmiddellijk worden gerepareerd en het systeem moet opnieuw op lekkage worden getest.
- Gepast onderhoud - alle kranen moeten worden afgedekt met een gepaste dop, condensoren moeten schoon worden gehouden om de condensatiedruk zo laag mogelijk te houden, controller-instelpunten moeten de persdruk minimaliseren en eventuele trillingsproblemen moeten worden gecorrigeerd.

## Flares

Flare-aansluitingen best zo weinig mogelijk toepassen. Maar voor sommige aansluitingen gaat de voorkeur naar een demonteerbare verbinding (bv. op filterdrogers op vloeistofleiding in KWS-systeem), zodat ze kunnen worden vervangen zonder dat men de soldeerverbinding moet verbreken. In dat geval gebruikt u het best een eurokoppeling. Deze machinaal tot stand gebrachte aansluiting heeft een lager lekpotentieel dan een manueel vervaardigde flare.

De flare-moer moet met een momentsleutel worden vastgezet met het juiste aanhaalmoment. De fabrikant van de eurokoppeling stelt de correcte aanhaalwaarden ter beschikking. Voor manueel vervaardigde flares vindt u ze ook in EN378.<sup>7</sup>

---

<sup>4</sup> EN 378-2:2016 Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieueisen, ontwerp, constructie, tests, merken en documentatie, 6.3

<sup>5</sup> EN 378-2:2016 Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieueisen, ontwerp, constructie, tests, merken en documentatie, 6.2.2

<sup>6</sup> EC 842/2006 en EU 517/2014

<sup>7</sup> EN378-2:2016 Koelsystemen en warmtepompen –Veiligheids- en milieueisen, ontwerp, constructie, tests, merken en documentatie, 6.2.3.2.3.3



**Figuur 6, Eurokoppeling vastzetten met het juiste aanhaalmoment**

### Schräderventielen

Inspanningen binnen een voorgaand project hebben dertien vaak voorkomende lekpunten aan het licht gebracht. Het project heeft ook manieren naar voren geschoven om die lekken te voorkomen. Een handleiding over deze lekpunten kan gedownload worden in de REAL Alternatives 4 LIFE e-bibliotheek. Het is van essentieel belang dat op al deze punten een lektest wordt uitgevoerd.

Bij de keuze voor de schräderkern moet men er zich van vergewissen dat ze geschikt zijn voor het koelmiddel en het olietype, net als voor het druk- en het temperatuurbereik waarin het systeem wordt gebruikt. Verschillende systemen en koelmiddelen kunnen verschillende types schräderkernen vereisen.

De kern moet worden verwijderd uit de schräderbehuizing bij solderen. Zodra de behuizing afgekoeld is, moet men de kern opnieuw monteren. De kern moet vervolgens met het juiste aanhaalmoment worden vastgezet.

Het ventiel moet worden afgedekt. Een zeskant-moer, die met behulp van een moersleutel zorgvuldig kan worden vastgezet, is in dit geval een goede oplossing. De moer moet zo worden geselecteerd dat ze het schräderventiel niet indrukt wanneer ze wordt aangedraaid.



**Figuur 7, Zeskantmoer, Schräderventiel en Schradersleutel**

## Overdrukkleppen (PRV's) in een R744-systeem

Overdrukkleppen op R744-systemen vormen om verschillende redenen vaak voorkomende lekpunten:

- De druk in een R744-systeem kan snel stijgen bij veranderende omstandigheden of een defect.
- De druk bij stilstand ligt voor sommige delen van het systeem vaak hoger dan de PS (en daardoor de instelling van de overdrukklep).
- De bedrijfsdruk ligt vaak dicht in de buurt van de PS.

Overdrukkleppen keren niet altijd terug naar hun positie nadat ze opengegaan zijn. Het is dan ook van essentieel belang dat er regelmatig een lektest op wordt uitgevoerd. Wanneer een klep meerdere keren wordt geactiveerd om gas af te blazen, verzwakt de klepveer. Daardoor daalt de afblaasdruk van de klep en verergeren de problemen die hierboven worden beschreven nog.

Om het aantal activeringen van de overdrukkleppen en lekkage te verminderen, moet het verschil tussen de normale bedrijfsdruk en de PS in elk deel van het systeem groot genoeg zijn.

Op onderstaande foto een voorbeeld van een R744 overdrukklep.



## 5 Wettelijke verplichtingen

De lektestfrequentie moet geschikt zijn voor het systeemtype, de ouderdom en conditie van de installatie. Voor R32 is de lektestfrequentie vastgelegd in de Europese verordening EU 517/2014. Het wordt aanbevolen dat alle niet-hermetische stationaire systemen (zelfs die met lage GWP-alternatief koelmiddelen) regelmatig een lektest ondergaan als onderdeel van een gepland onderhoudsregime en dat de resultaten worden geregistreerd voor intern beheer en rapportagedoeleinden.

F Gas Regelgeving  
517/2014

Vanaf 1 januari 2015 wordt de vereiste lektestfrequentie voor systemen met gefluoreerde gasen hieronder weergegeven:

Tabel 2, Lektestfrequentie volgens F Gas Regelgeving, na 01.01.2015

Systeemvulling	Lektestfrequentie
5 tot 50 ton CO <sub>2</sub> equivalent bv. 7,4 tot 74 kg R32	1x / jaar 1x / 2 jaar indien vaste lekdetectie aanwezig
50 tot 500 ton CO <sub>2</sub> equivalent bv. 74 tot 740 kg R32	2x / jaar 1x / jaar indien vaste lekdetectie aanwezig
Meer dan 500 ton CO <sub>2</sub> equivalent Vaste lekdetectie verplicht bv. meer dan 740 kg R32	4x / jaar 2x / jaar indien vaste lekdetectie aanwezig

Als een lek wordt gevonden, moet het zo snel mogelijk worden hersteld. Vervolgens moet de plaats die is hersteld binnen de maand (maar niet op de dag van de herstelling zelf) opnieuw worden getest.

Het is belangrijk dat de lektestfrequentie zoals beschreven in de F-gasverordening als minimum te beschouwen. Op de volgende systemen moet u vaker lektests uitvoeren:

- Systemen met een hoog aantal potentiële lekpunten (bv. centrale systemen);
- Systemen die met een hogedruk werken (bv. R744- en R32-systemen);
- Oudere systemen of systemen die zich in een slechte staat bevinden.

Op die manier kunt u geld besparen. Niet alleen door het systeem betrouwbaarder te maken, maar ook door het energieverbruik te reduceren en het risico op defecten en stilstand te beperken.

De ervaring heeft ons geleerd dat lekken veel minder vaak voorkomen bij systemen waarop vaker lektests worden uitgevoerd (bv. één keer per maand).

Asda Supermarket case  
study paper from  
Institute of  
Refrigeration

## 6 Logboek

Logboekverslagen vormen een essentieel hulpmiddel om lekken te beperken en zijn wettelijk verplicht voor veel HFK- systemen (en dus ook voor R32-systemen). In de logboekverslagen moet worden gezocht naar terugkerende lekpatronen. Zo kan men vergelijkingen maken met vergelijkbare systemen en manieren vinden om de lekkage in de toekomst zo beperkt mogelijk te houden. Zulke gegevens moeten ook voor niet-HFK-systemen worden bijgehouden.

De volgende informatie moet worden verzameld:

- Type en hoeveelheid koelmiddel in het systeem;
- PS-waarden van het systeem (maximaal toelaatbare druk)<sup>8</sup>;
- Uitgevoerde lektesten;
- Locatie van gevonden lekken;
- Uitgevoerde herstellingen.

Iedere installatie moet van een label worden voorzien, waarop het type koelmiddel en gewicht (koelmiddel) duidelijk vermeld staan, voor HFK-systemen moet dit uitgedrukt worden in CO<sub>2eq</sub> (CO<sub>2</sub> equivalent bv. voor R32 is 675 per kilogram).

Hieronder ziet u een voorbeeldsjabloon van een logboekverslag - zie meer info hierover in module 9 "Hulpmiddelen en begeleiding voor het uitvoeren van een onderzoek ter plaatse".

F Gas Refrigerant Monitoring Tool											
Institute of Refrigeration (IOR) REAL Zero Project											
Site Name:											
Site Address:											
Postcode:											
Time Period Recorded		From:				To:					
System No.	Plant Name	Plant Reference No.	REFRIGERANT		TIME PERIOD			REFRIGERANT LOSS		REFRIGERANT EMISSIONS	
			Refrigerant Type	Refrigerant GWP (relative to CO <sub>2</sub> )	First Record Date	Latest Record Date	Period Covered (years)	Total Refrigerant Use (kg)	12 Month Equivalent Use of Refrigerant (kg p.a.)	12 Month Equivalent Loss of Charge (% p.a.)	Carbon Equivalent of Lost Refrigerant (tonneCO <sub>2</sub> e)
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
Totals (all systems)								0.0	0.0	0.0	0.0
Time Period Covered by This Report (years)		0.00									
Carbon Equivalent of Refrigerant Emissions Over This Period (tonneCO <sub>2</sub> e)		0.0									
12 Month Carbon Equivalent of Refrigerant Emissions (tonneCO <sub>2</sub> e p.a.)		0.0									
Total Refrigerant Used Over This Period - All Systems (kg)		0.0									
Total Entrained Mass of Refrigerant - All Systems (kg)		0.00									
Total Refrigerant Charge Lost Over This Period - All Systems (%)		#DIV/0!									

**Refrigerant Use (All Systems)**

Legend: ■ 12 Month Equivalent Use of Refrigerant (kg p.a.) □ 12 Month Equivalent Loss of Charge (% p.a.)

Disclaimer: The IOR accepts no liability for any errors or omissions Version 3.4 © IOR 2009

### Labels

Het is wettelijk verplicht om systemen die F-Gassen bevatten te voorzien van een label. De wetgeving specificeert wat er op het label dient te staan. Bijkomende labels zoals hieronder

<sup>8</sup> PS wordt gedefinieerd in EN 378-1:2016, Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieueisen, basisvereisten, definities, classificatie en selectiecriteria. Zie Module 7 voor meer informatie.

weergegeven kunnen worden gebruikt op systemen, lekdetectoren en koelmiddelcilinders om technici eraan te herinneren hoe belangrijk lekdetectie is. Deze zijn te downloaden in de REAL Alternatives 4 LIFE e-bibliotheek.

### Have you checked that I'm working before you use me?



- ✓ Have you checked your leak detector sensitivity against a calibrated leak?
- ✓ Do not assume the first leak you find is the only leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at [www.realzero.org.uk](http://www.realzero.org.uk)

**IOR** [ior.org.uk](http://ior.org.uk) **realzero** [www.realzero.org.uk](http://www.realzero.org.uk)

### Have you found the leak before you use me?

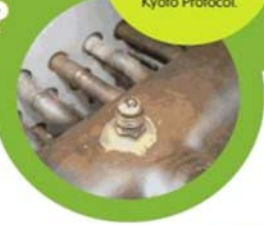


- ✓ It is illegal to top up a system without first finding the leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at [www.realzero.org.uk](http://www.realzero.org.uk)

**IOR** [ior.org.uk](http://ior.org.uk) **realzero** [www.realzero.org.uk](http://www.realzero.org.uk)

### Have you found the leak before you charge me?

This Equipment contains fluorinated greenhouse gases covered by The Kyoto Protocol.



- ✓ It is illegal to top up a system without first finding the leak!
- ✓ Do not assume the first leak you find is the only leak!
- ✓ Refer to the Real Zero Leak Guide at [www.realzero.org.uk](http://www.realzero.org.uk)

Contains      kg of      Refrigerant

**IOR** [ior.org.uk](http://ior.org.uk) **realzero** [www.realzero.org.uk](http://www.realzero.org.uk)

## 7 Vaste lekdetectiesystemen

Vaste lekdetectie wordt gebruikt omwille van veiligheid en in sommige gevallen is het zelfs wettelijk verplicht. Vaste lekdetectie is geen alternatief voor het manueel controleren op lekken.

Elk vast lekdetectiesysteem moet in elk geval koelmiddel in de lucht rond het systeem detecteren en een alarm geven wanneer koelmiddel wordt gedetecteerd. Dit alarm moet prioritair worden behandeld.

Het alarmniveau moet worden ingesteld op 25% van de LFL of 50% van de ATEL/ODL, afhankelijk van welke de laagste is<sup>9</sup>. Alarmniveaus voor de alternatieve koelmiddelen vindt u in de onderstaande tabel. Raadpleeg EN378 voor volledige informatie over detectortype en locatie en specifieke informatie over R717-alarmen.

Koelmiddel	LFL, kg/m <sup>3</sup>	ATEL, kg/m <sup>3</sup>	Alarmniveau, kg/m <sup>3</sup>
R744	na	0.072	0.036
R717	0.116	0.00022	0.00011
R32	0.307	0.30	0.077
R1234ze	0.303	0.28	0.076
R600a	0.043	0.059	0.011
R290	0.038	0.09	0.010
R1270	0.047	0.0017	0.00085

### Sensoren

Sensoren moeten op een laag niveau worden gemonteerd voor alle koelmiddelen, behalve voor R717. In dat laatste geval moet men ze op een hoog niveau plaatsen. Als alternatief kan men sensoren plaatsen in de luchtstroom naar de verdamper. Er moeten ook voldoende sensoren worden geïnstalleerd die de volledige zone voorziet van bescherming. Men moet sensoren plaatsen in zones waar door de leidingen lopen, zoals technische kokers waar leidingen doorlopen en technische ruimten boven verlaagde plafonds.

De afbeelding rechts is een voorbeeld van een vast lekdetectie-apparaat.



### Kalibratie/ Onderhoud

Het vaste lekdetectiesysteem moet toegankelijk zijn voor ijkings-/onderhoudswerkzaamheden en moet tegen schade worden beschermd. Er moet een systeem worden voorzien om het alarm te testen. Het alarm moet minstens één keer per jaar worden getest. Het alarmsysteem geeft in het ideale geval zowel een visueel als een geluidssignaal met een buzzer die minstens 15 dBA boven het niveau van het achtergrondgeluid uitkomt, zowel binnen als buiten de ruimte.

<sup>9</sup> EN 378-3:2016 9.3.1

IOR Guidance Note on  
Fixed Refrigerant  
Detection Systems

Danfoss Gas Detection  
in Refrigeration Systems

Eurammon Ammonia 5  
Leak Monitoring at  
Ammonia Ref Plant

IOR Guidance Note 10  
Working with Ammonia

## R717 Detectiesystemen

Machinekamers van een ammoniakinstallatie zijn steeds uitgerust met vaste lekdetectie zoals gespecificeerd in EN378. Vaste lekdetectie is verplicht wanneer de vulhoeveelheid (ammoniak) 50 kg of meer bedraagt. De vaste lekdetectie geeft geen alarm bij kleine lekken, omdat ze pas reageert vanaf ongeveer 500 ppm.

### Sensor Types

In industriële omgevingen worden giftige gassen gewoonlijk gedetecteerd door elektrochemische cellen. Halfgeleiders en pellistor (of katalytische) sensoren worden gebruikt om brandbare gassen te detecteren.

Sensoren en systemen die gebruikt worden in ammoniakinstallaties moeten intrinsiek veilig en geschikt zijn voor "zone 2" risicogebieden.

#### a) Elektrochemische cellen

- Elektrochemische sensoren zijn ontworpen om lage toxische niveaus van ammoniak (50 ppm en 500 ppm) op te sporen. De sensoren zijn in wezen kleine batterijen die beginnen ontladen van zodra ze zijn vervaardigd.
- De ontlading gaat sneller wanneer ze omgeven worden door een "doelgas" (en in sommige gevallen, maar in mindere mate, door andere gassen). Ze hebben een levensduur van 18 maanden tot 4 jaar (afhankelijk van de achtergrondgasniveaus en operationele omstandigheden zoals temperatuur en vochtigheid).
- Elektrochemische cellen zijn verbruiksartikelen die regelmatig vervangen moeten worden (kan duur zijn).

#### b) Halfgeleider sensoren

- Het detectieniveau van 10 000 ppm ammoniakgas kan gedekt worden met robuuste halfgeleider sensoren.
- De belangrijkste voordelen van halfgeleider sensoren zijn de lange levensduur, toepasbaar in extreme omstandigheden, snelle responstijd en een laag stroomverbruik.
- Het grootste nadeel is hun reactie op andere gassen, wat in sommige gevallen kan leiden tot valse alarmen.

#### c) Pellistor (of katalytische) sensoren

- Deze sensoren kunnen ook worden gebruikt om 10 000 ppm ammoniakconcentratie te detecteren. Het fundamentele principe van de pellistor is dat het brandbare gas wordt verbrand op het oppervlak van een verwarmde platinadraad bekleed met een katalysator. Hierdoor stijgt de temperatuur en de elektrische weerstand.
- De sensor kan echter worden 'verontreinigd' door andere gassen en de gevoeligheid kan aanzienlijk verminderen als de sensor wordt blootgesteld aan grote concentraties van het gas dat wordt verondersteld te worden gedetecteerd.
- Let op, een pellistor zal niks detecteren indien ingeschakeld en in de aanwezigheid van een gas met een concentratie boven de onderste explosiegrens (LEL= Lower Explosive Limit).

### Infra Rood Detectie Systemen

Met dit systeem wordt een kleine vacuümpomp gebruikt om een gefilterd monster te trekken op verschillende plaatsen en stuurt ze naar een infrarood analysator. De analysator onderzoekt het monster op de aanwezigheid van het specifieke gas en kan de zone identificeren waar het wordt aangetroffen. De analysator kan ammoniak niveaus opsporen in het bereik van 0 ppm tot 10.000 ppm.



**Alarmniveaus en schakelfuncties**

- EN378 vraagt om een actie bij lage concentraties (niet groter dan 500 ppm) en een actie bij hoge concentraties (niet groter dan 30 000 ppm).
- Het alarm bij lage concentratie wordt geassocieerd met giftige niveaus. Bij lage concentratieniveaus moet de mechanische ventilatie worden geactiveerd. Bovendien kan een waarschuwing worden verzonden als de installatie op afstand wordt gemonitord.
- Bij hoge concentraties moeten alle elektrische circuits binnen de installatieruimte worden geïsoleerd, behalve de ventilatie. Noodverlichting etc. moet worden ingeschakeld.

**Verspreiding van het gas en het positioneren van sensoren**

- Het aantal en de plaatsing van gasdetectoren is afhankelijk van de grootte van de installatie. Een detector kan normaliter een oppervlakte van ongeveer 36m<sup>2</sup> dekken.
- Er moet prioriteit worden gegeven aan posities dicht bij de compressor asafdichtingen en vloeistofpompen. In het algemeen moeten voor ammoniak de sensoren boven de machine worden geplaatst, maar op een gepompt ammoniak systeem moet één sensor worden geplaatst op een laag punt in de buurt van de pompen om het morsen van vloeistof te detecteren.
- Het is goed om meerdere sensoren rondom de machinekamer te plaatsen. Er moet ten minste één sensor, geschikt zijn voor het lage alarmniveau.
- Een sensor in de afblaasleiding kan controleren op lekken of activering van de overdrukklep. Een breekplaat met registratie is ook geschikt.

## 8 Zelftestvragen

Probeer de meerkeuzevragen hieronder om uw leerproces te checken:

### Vraag 1 -

Hoe vaak moet een R1234ze-systeem met een vulling van 300 kg en zonder vast lekdetectie-systeem een lekttest ondergaan volgens de F Gas regelgeving (EU517/2014)?

- I. Er moeten geen lekttests plaatsvinden
- II. 1 x per jaar
- III. 2 x per jaar
- IV. 4 x per jaar

### Vraag 2-

Welk koelmiddel kan gedetecteerd worden met behulp van lakmoespapier?

- I. R32
- II. R744
- III. R290
- IV. R717

### Vraag 3-

Welk van de volgende koelmiddelen is lichter dan lucht?

- I. R744
- II. R32
- III. R717
- IV. R290

### Vraag 4-

Vanaf hoeveel ton CO<sub>2eq</sub> moet een systeem volgens de F Gas regelgeving 517/2014 over een vast lekdetectiesysteem beschikken?

- I. 50
- II. 150
- III. 300
- IV. 500

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

## Volgende stappen

De informatie in deze modules geeft een inleiding tot lekkichtheid en lekdetectie bij 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 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. Lekkichtheid 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.*