

Nederlandse praktijkrichtlijn

# **NPR 7601**

(nl)

Toepassing van kooldioxide als koudemiddel in  
koelsystemen en warmtepompen

Application of carbon dioxide as refrigerant in  
refrigerating systems and heat pumps

Vervangt NPR 7601:2012 Ontw.

ICS 27.200  
mei 2013

Dit document mag slechts op een stand-alone PC worden geïnstalleerd. Gebruik op een netwerk is alleen toegestaan als een aanvullende licentieovereenkomst voor netwerkgebruik met NEN is afgesloten.  
This document may only be used on a stand-alone PC. Use in a network is only permitted when a supplementary license agreement for use in a network with NEN has been concluded.

Normcommissie 341094 "Koelinstallaties en warmtepompen"



**THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED**

**DEZE PUBLICATIE IS AUTEURSRECHTELIJK BESCHERMD**

---

Apart from exceptions provided by the law, nothing from this publication may be duplicated and/or published by means of photocopy, microfilm, storage in computer files or otherwise, which also applies to full or partial processing, without the written consent of the Netherlands Standardization Institute.

The Netherlands Standardization Institute shall, with the exclusion of any other beneficiary, collect payments owed by third parties for duplication and/or act in and out of law, where this authority is not transferred or falls by right to the Reproduction Rights Foundation.

---

Auteursrecht voorbehouden. Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van het Nederlands Normalisatie-instituut niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

Het Nederlands Normalisatie-instituut is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor verveelvoudiging te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen c.q. rechtens toekomt aan de Stichting Reprorecht.

---

Although the utmost care has been taken with this publication, errors and omissions cannot be entirely excluded. The Netherlands Standardization Institute and/or the members of the committees therefore accept no liability, not even for direct or indirect damage, occurring due to or in relation with the application of publications issued by the Netherlands Standardization Institute.

---

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Het Nederlands Normalisatie-instituut en/of de leden van de commissies aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdend met toepassing van door het Nederlands Normalisatie-instituut gepubliceerde uitgaven.

## Inhoud

<b>Voorwoord</b> .....	<b>4</b>
<b>Inleiding</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Onderwerp en toepassingsgebied</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Verwijzingen</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Termen en definities</b> .....	<b>8</b>
<b>4 Afkortingen</b> .....	<b>13</b>
<b>5 Classificatie</b> .....	<b>14</b>
5.1 Algemeen .....	14
5.2 Classificatie van de verblijfsruimten (klasse A, B of C).....	14
5.3 Classificatie van de opstelling (klasse a, b of c) .....	15
5.4 Classificatie van koelsystemen (DS, IS) .....	17
5.4.1 Algemeen .....	17
5.4.2 Directe systemen (DS) .....	17
5.4.3 Indirecte systemen (IS) .....	17
5.5 Veiligheidsclassificatie koudemiddelen .....	18
5.5.1 Classificatie naar giftigheid (groep A of B).....	18
5.5.2 Classificatie naar brandbaarheid (klasse 1, 2, 3).....	18
5.6 Classificatie van kooldioxide .....	18
5.7 Minimaal vereiste veiligheidsvoorzieningen.....	19
<b>6 Opstelling en hoofdcomponenten</b> .....	<b>21</b>
6.1 Algemeen .....	21
6.2 Ontwerp en constructie van de installaties .....	21
6.2.1 Ontwerp.....	21
6.2.2 Materialen.....	21
6.2.3 Ontwerp- en toegelaten drukken.....	21
6.2.4 Drukvaten .....	23
6.3 Leidingen.....	23
6.4 Verbindingen .....	23
6.5 Compressoren.....	23
6.6 Appendages .....	23
6.7 Instrumentatie.....	23
6.8 Elektrische installatie.....	23
6.8.1 Algemeen .....	23
6.8.2 Hoofdstroomvoorziening .....	24
6.8.3 Voeding noodkoelsystemen .....	24
6.9 Ventilatie van machinekamers (NEN-EN 378-3+A2) en verblijfsruimten.....	24
6.9.1 Algemeen .....	24
6.9.2 Ventilatie voor de machinekamer.....	24
6.9.3 Geventileerde afgesloten gedeelten .....	25
6.9.4 Ventilatie van verblijfsruimten .....	25
6.10 Kooldioxide als koudemiddel.....	26
6.10.1 Algemeen .....	26
6.10.2 Vacumeren .....	26
6.10.3 Levering van koudemiddel .....	26
6.10.4 Codering vulpunt .....	26
6.10.5 Filter/droger .....	26
<b>7 Veiligheidsvoorzieningen</b> .....	<b>27</b>
7.1 Algemeen .....	27
7.2 Noodstop- en alarmeringssysteem .....	29
7.2.1 Algemeen .....	29
7.2.2 Noodstopsysteem.....	29
7.2.3 Alarmeringssysteem.....	29
7.3 Automatische koudemiddeldetectie .....	30

7.3.1	Alarmeringswaarden .....	30
7.3.2	Uitvoeringseisen .....	30
7.3.3	Locatie van detectoren .....	30
7.3.4	Aantal detectoren .....	30
7.3.5	Functie van de detector .....	31
7.3.6	Type en uitvoering van een detector .....	31
7.3.7	Constructie en montage .....	31
7.3.8	Overige ruimten .....	31
7.3.9	Controle detectiesysteem .....	31
7.3.10	Locatie van afzuigpunten .....	31
7.4	Afsluitvoorzieningen .....	32
7.4.1	Algemeen .....	32
7.4.2	Handbediende afsluitvoorzieningen .....	32
7.4.3	Automatische afsluitvoorzieningen .....	32
7.4.4	Plaatsing en aard van afsluitvoorzieningen .....	32
7.4.5	Plaatsing van ontlastvoorzieningen voor koelsystemen .....	33
7.5	Veiligheids- en gezondheidssignalering .....	33
7.5.1	Algemeen .....	33
7.5.2	Diversen .....	33
7.5.3	Aantal signaleringen .....	33
<b>8</b>	<b>Bedrijfsvoering .....</b>	<b>33</b>
8.1	Algemeen .....	33
8.2	Beheer .....	34
8.2.1	Algemeen .....	34
8.2.2	Competentie .....	34
8.2.3	Instructies van bedieningspersoneel .....	34
8.2.4	Toegang tot verblijfsruimten van klasse C (zie 5.2) .....	34
8.3	Periodieke controles, onderhoud, keuringen en inspectie .....	34
8.3.1	Activiteitenbesluit .....	34
8.3.2	Warenwetbesluit drukapparatuur .....	34
8.3.3	Controle en inspecties .....	35
8.3.4	Uitvoering van de controles en inspecties .....	35
8.3.5	Registratie en opvolging .....	36
8.3.6	Omgaan met kooldioxide als koudemiddel .....	36
8.4	Toezicht .....	36
8.4.1	Algemeen .....	36
8.5	Gebruikershandleiding en logboek .....	36
8.5.1	Warenwetbesluit drukapparatuur (WBDA) .....	36
8.5.2	Logboek volgens NEN-EN 378-2+A2 .....	37
8.6	Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) .....	37
8.6.1	Arbidsomstandighedenbesluit .....	37
8.6.2	Middelen bij ruimten waar installatiedelen zijn met kooldioxide als koudemiddel .....	38
8.6.3	Middelen voor monteurs die werken aan installaties met kooldioxide als koudemiddel .....	38
8.6.4	Ruimten betreden waar het kooldioxidepercentage te hoog is en/of het zuurstofpercentage te laag is .....	39
8.7	Noodplan en instructie .....	39
8.8	Terugwinning, hergebruik en afvoer .....	40
<b>9</b>	<b>Competenties en certificering van vakbekwaamheid .....</b>	<b>40</b>
9.1	Algemeen .....	40
9.2	Personeelscategorieën .....	40
9.2.1	Algemeen .....	40
9.2.2	Ontwerpers, adviseurs en inspecteurs .....	41
9.2.3	Installatie- en onderhoudspersoneel .....	41
9.2.4	Bedienend personeel .....	41
9.2.5	Onafhankelijk deskundig persoon volgens het Activiteitenbesluit .....	41
9.2.6	Hulpverleningsdiensten .....	42
9.3	Onderhoud van vakbekwaamheid .....	42
	<b>Bijlage A Eigenschappen van kooldioxide .....</b>	<b>43</b>

<b>Bijlage B Omrekening van ppm naar mg/m<sup>3</sup> .....</b>	<b>45</b>
<b>Bijlage C Onafhankelijk deskundig persoon volgens het Activiteitenbesluit (advies voor kwalificatie) .....</b>	<b>46</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>47</b>

## **Voorwoord**

Deze praktijkrichtlijn is tot stand gekomen onder begeleiding van de Werkgroep Kooldioxide als koudemiddel van de Nederlandse Vereniging van ondernemingen op het gebied van Koudetechniek en Luchtbehandeling (NVKL) en de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koude (KNVvK).

De totstandkoming van deze tekst is mede mogelijk gemaakt dankzij een financiële bijdrage van OTIB, in het kader van de kennisontwikkeling in de Nederlandse koudetechnische sector.

Deze praktijkrichtlijn is gebaseerd op bestaande Europese normen, normontwerpen en richtlijnen, waarbij zo veel mogelijk gebruik is gemaakt van tekstfragmenten hieruit. Daar waar nodig zijn extra elementen toegevoegd.

Met nadruk zij vermeld dat de praktijkrichtlijn niet is gebaseerd op een afweging tussen de technische risico's die samenhangen met het toepassen van kooldioxide als koudemiddel in koelsystemen en warmtepompen en de (wel of niet acceptabele en/of geaccepteerde) risico's die samenhangen met andere (vergelijkbare) risicovolle activiteiten.

Deze praktijkrichtlijn is geen handboek waarop het totale ontwerp van een installatie kan worden gebaseerd en pretendeert niet volledig te zijn. Deze praktijkrichtlijn ontslaat niemand van de verplichting om kennis te nemen van geldende normen die relevant kunnen zijn voor de toepassing.

In de serie Nederlandse praktijkrichtlijnen verschijnen publicaties van informatief karakter, zoals toelichtingen op normen, constructieve mogelijkheden, werkmethoden en fabricagegegevens. Aan deze publicaties mag geen normatieve waarde worden toegekend.

De normcommissie 341 094 "Koelinstallaties en warmtepompen" heeft het bij haar ingediende tekstvoorstel verwerkt tot deze praktijkrichtlijn.

NPR 7601 wordt voorgedragen als één van de bij ministeriële regeling gestelde eisen bij het in werking hebben van een koelsysteem met natuurlijke koudemiddelen volgens het Activiteitenbesluit milieubeheer.

## Inleiding

### Doelstelling

Het gebruik van kooldioxide (CO<sub>2</sub> of R744) als koudemiddel, voor zover dit ook vrij in de natuur voorkomt, heeft vanuit het oogpunt van milieu grote voordelen. Deze praktijkrichtlijn heeft dan ook tot doel de toepassing van dit natuurlijke koudemiddel zo veel mogelijk te stimuleren, met inachtneming van de veiligheidsaspecten die kleven aan het gebruik van kooldioxide als koudemiddel.

De veiligheidsaspecten die een rol spelen bij de toepassing van kooldioxide als koelmiddel in koelsystemen en warmtepompen worden in deze praktijkrichtlijn behandeld.

Deze praktijkrichtlijn concentreert zich op de gevaren die kunnen ontstaan door het ongewenst, kortstondig, vrijkomen van het koudemiddel in de operationele fase, met name het gevaar van verstikking van personen en dieren. De aangegeven maatregelen hebben tevens betrekking op het voorkomen van het optreden, en het beperken van de gevolgen, van chronische lekkage. Het lekdicht zijn van de installatie is hierbij het sleutelwoord.

Deze praktijkrichtlijn is bedoeld om de mogelijke risico's ten aanzien van personen en materiaal in de gebruiksfase tot een verantwoord niveau te minimaliseren.

Het is mogelijk om af te wijken van de in deze praktijkrichtlijn aangegeven maatregelen indien dit is onderbouwd en indien daarmee een gelijkwaardig veiligheidsniveau wordt bereikt.

### Relatie met normalisatieactiviteiten

Een Europese veiligheids- en milieunorm voor koudemiddelen (alle koudemiddelen, zowel synthetische als natuurlijke, met uitzondering van lucht en water), is NEN-EN 378.

Met de uitgifte van Amendementen 1 en 2 is NEN-EN 378 in lijn gebracht met de Machinerichtlijn en de Richtlijn drukapparatuur.

Naast NEN-EN 378 bestaan tal van nationale normen, normontwerpen en richtlijnen die betrekking hebben op de toepassing van brandbare koudemiddelen.

Deze praktijkrichtlijn is opgezet om een verstandige afgewogen balans te vinden tussen al deze, vaak conflicterende en inconsistente, (voorlopige) normen en richtlijnen.

# Toepassing van kooldioxide als koudemiddel in koelsystemen en warmtepompen

## 1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze praktijkrichtlijn is gericht op de toepassing van kooldioxide als koudemiddel of verdampende koudedragers (in het vervolg koudemiddel genoemd) in stationaire koelsystemen en warmtepompen.

Bij de toepassing van kooldioxide als koudedragers heeft deze praktijkrichtlijn alleen betrekking op de koudedragerskringloop. Bij toepassing van andere koudemiddelen (zoals bij cascadesystemen) gelden ook de normen en richtlijnen voor deze koudemiddelen.

Daar waar in de tekst wordt gesproken van koelsysteem, wordt tevens warmtepomp bedoeld, tenzij anders is aangegeven. Gezien de complexe situatie met betrekking tot toepassingen bij mobiele installaties is voornamelijk afgezien van dit toepassingsgebied. Elementen uit deze praktijkrichtlijn kunnen evenwel, indien van toepassing, worden gebruikt voor mobiele toepassing.

In deze praktijkrichtlijn wordt onder kooldioxide verstaan het koudemiddel met de volgende kenmerken:

- het natuurlijk medium kooldioxide (R744) dat voldoet aan de koudetechnische eisen;
- volgens NEN-EN 378-1+A2 bijlage 1 vallend in veiligheidsgroep A1.

Dit koudemiddel heeft de volgende invloeden op het milieu:

- ODP (Ozon Depletion Potential) 0;
- GWP (Global Warming Potential) 1.

De praktijkrichtlijn heeft betrekking op het primaire koudemiddelhoudende systeem en eventueel aanwezige secundaire systemen (gevuld met een circulerende koude- of warmtedrager), inclusief de bijbehorende opstellingsplaats.

De praktijkrichtlijn is gericht op de veiligheid en heeft daardoor betrekking op ontwerp, installatie, oplevering, gebruik, onderhoud, inspectie, keuring en ontmanteling. De veiligheid tijdens de productie van koudemiddel valt buiten het onderwerp en toepassingsgebied van deze praktijkrichtlijn.

De praktijkrichtlijn is van toepassing op nieuwe koelsystemen en op uitbreidingen en modificaties van bestaande installaties. Ten aanzien van veiligheidsaspecten, onderhoud, inspecties en keuringen is deze praktijkrichtlijn ook van toepassing op bestaande installaties.

Deze praktijkrichtlijn is tevens van toepassing op de ombouw van bestaande installaties naar systemen met kooldioxide als koudemiddel.

## 2 Verwijzingen

De volgende documenten waarnaar is verwezen zijn onmisbaar voor de toepassing van dit document. Bij gedateerde verwijzingen is alleen de aangehaalde versie van toepassing. Bij ongedateerde verwijzingen is de laatste versie van het document (met inbegrip van wijzigings- en correctiebladen) waarnaar is verwezen van toepassing.

NEN 1010:2007+C1:2008 *Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties*

NEN 3140:2011 *Bedrijfsvoering van elektrische installaties – Laagspanning*



NEN 3050:1972	<i>Kleuren voor het merken van pijpleidingen voor het vervoer van vloeibare of gasvormige stoffen in landinstallaties en aan boord van schepen</i>
NEN 3050:1972/C1:2002	<i>Kleuren voor het merken van pijpleidingen voor het vervoer van vloeibare of gasvormige stoffen in landinstallaties</i>
NEN-EN 378-1:2008+A2:2012	<i>Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieu-eisen – Deel 1: Basiseisen, definities, classificatie en selectiecriteria</i>
NEN-EN 378-2:2008+A2:2012	<i>Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieu-eisen – Deel 2: Ontwerp, constructie, beproeven, merken en documentatie</i>
NEN-EN 378-3:2008+A1:2012	<i>Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieu-eisen – Deel 3: Installatieplaats en persoonlijke bescherming</i>
NEN-EN 378-4:2008+A1:2012	<i>Koelsystemen en warmtepompen – Veiligheids- en milieu-eisen – Deel 4: Bediening, onderhoud, reparatie en terugwinning</i>
NEN-EN 12263:2008	<i>Refrigerating systems and heat pumps – Safety switching devices for limiting the pressure – Requirements and tests.</i>
NEN-EN 12284:2003	<i>Koelinstallaties en warmtepompen – Afsluiters – Eisen, beproevingen en merken</i>
NEN-EN 12693:2008	<i>Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements – Positive displacement refrigerant compressors</i>
NEN-EN 13136:2001 NEN-EN 13136:2001/A1:2005	<i>Koelinstallaties en warmtepompen – Overdrukbeveiligingen en hun bijbehorende leidingen – Berekeningsmethode</i>
NEN-EN 13313:2010	<i>Refrigerating systems and heat pumps – Competence of personnel</i>
NEN-EN 13480:reeks (delen 1 t.m. 5)	<i>Metalen industriële leidingssystemen</i>
NEN-EN 14276-2+A1	<i>Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps – Part 2: Piping – General requirements</i>
NEN-EN 45544-1:1999	<i>Workplace atmospheres – Electrical apparatus used for the direct detection and direct concentration measurement of toxic gases and vapours – Part 1: General requirements and test methods</i>
NEN-EN 45544-2:1999	<i>Workplace atmospheres – Electrical apparatus used for the direct detection and direct concentration measurement of toxic gases and vapours – Part 2: Performance requirements for apparatus used for measuring concentrations in the region of limit values</i>
NEN-EN 45544-3:1999	<i>Workplace atmospheres – Electrical apparatus used for the direct detection and direct concentration measurement of toxic gases and vapours – Part 3: Performance requirements for apparatus used for measuring concentrations well above limit values</i>
NEN-EN 45544-4:1999	<i>Workplace atmospheres – Electrical apparatus used for the direct detection and direct concentration measurement of toxic gases and vapours – Part 4: Guide for selection, installation, use and maintenance</i>

### **3 Termen en definities**

Voor de toepassing van deze praktijkrichtlijn gelden de volgende termen en definities die voor een groot deel uit NEN-EN 378-1+A2 afkomstig zijn. Zij gelden voor installaties met kooldioxide als koudemiddel of koudedragers.

#### **3.1**

##### **alarmeringsgrenswaarde**

##### **AGW**

concentratie van een stof waarboven irreversibele of andere ernstige gezondheidsschade kan optreden door directe toxische effecten bij een blootstelling van één uur

#### **3.2**

##### **afsluitvoorziening**

voorziening waarmee de stroom van het medium, bijvoorbeeld koudemiddel of koudedragers, kan worden afgesloten

#### **3.3**

##### **afvoer**

overdragen van een product aan derden, doorgaans voor vernietiging

[NEN-EN 378-1+A2, 3.7.11]<sup>1)</sup>

#### **3.4**

##### **blokafsluiters**

afsluiters die, indien gesloten, stroming in beide richtingen verhinderen<sup>2)</sup>

[NEN-EN 378-1+A2, 3.5.15]

#### **3.5**

##### **cascadesysteem**

twee of meer onafhankelijke koelcircuits waarin de condensor van het ene circuit rechtstreeks warmte afgeeft aan de verdampers van het andere circuit

[NEN-EN 378-1+A2, 3.1.11]

#### **3.6**

##### **competentie**

vermogen om de tot een functie behorende werkzaamheden tot tevredenheid uit te voeren

OPMERKING Niveaus van competentie zijn gedefinieerd in NEN-EN 13313.

[NEN-EN 378-1+A2, 3.8.1]

#### **3.7**

##### **component**

individueel functioneel onderdeel of subsamenstelling van een koelsysteem

OPMERKING Niet inclusief delen van subsamenstellingen zoals afdichtingen, bevestigingsartikelen enz.

---

1) Met [NEN-EN 378-1+A2, 3.7.11] wordt aangegeven dat deze definitie letterlijk is overgenomen uit NEN-EN 378-1:2008+A2:2012 en verwijst naar definitie 3.7.11.

2) Wordt in de tekst vervangen door "Afsluitvoorziening", zie begrip 3.1.

[NEN-EN 378-1+A2, 3.1.14]

### 3.8

#### **compressor**

voorziening waarmee op mechanische wijze de druk van een koudemiddel in dampvorm wordt verhoogd

[NEN-EN 378-1+A2, 3.4.3]

### 3.9

#### **condensor**

warmtewisselaar waarin het verdampte koudemiddel wordt gecondenseerd door middel van warmteafvoer

[NEN-EN 378-1+A2, 3.4.9]

### 3.10

#### **drukontlastklep**

door druk geactiveerde klep die gesloten wordt gehouden door een springveer of andere voorziening, en die is ontworpen om overmatige druk automatisch af te voeren door te openen bij een ingestelde druk en weer te sluiten nadat de druk tot beneden de ingestelde druk is gedaald

[NEN-EN 378-1+A2, 3.6.2]

### 3.11

#### **drukvat**

elk onderdeel van een koelsysteem dat koudemiddel bevat, met uitzondering van:

- semihermetische en opentypecompressoren;
- leidingspiralen (inclusief hun verdeel-/verzamelstukken) bestaande uit leidingen met lucht als secundair medium;
- leidingen inclusief afsluiters, verbindingen en fittingen;
- regelapparatuur;
- drukschakelaars, meters, peilglazen (vloeistofaanduiders);
- veiligheidskleppen, smeltveiligheden, breekplaten;
- pompen

OPMERKING 1 Deze definitie komt overeen met Richtlijn 97/23/EG.

OPMERKING 2 De semihermetische en opentypecompressoren die in koelsystemen worden gebruikt, kunnen vallen onder het uitsluitingsartikel 1.3.10 van Richtlijn 97/23/EG van 29/05/1997 door referentie naar de werkgroeprichtlijnen ('working party group') WPG 1/11, 1/12 en 2/34.

[NEN EN 378-1+A2, 3.4.8]

### 3.12

#### **expansievat**

drukvat wat bij stilstand van het systeem de hele koudemiddelvulling in gasvorm kan opnemen

### 3.13

#### **gesloten systeem**

koelsysteem waarbij alle koudemiddel bevattende onderdelen (lek)dicht zijn gemaakt door middel van flenzen, schroefverbindingen of vergelijkbare verbindingen

### 3.14

#### **hermetisch duurzaam gesloten systeem**

duurzaam gesloten systeem

koelsysteem waarbij alle koudemiddel bevattende onderdelen (lek)dicht zijn gemaakt door middel van lassen, hardsolderen of een vergelijkbare permanente verbinding

### 3.15

#### **interventiewaarde**

concentratie van een medium in de lucht waarbij gevaar kan optreden en maatregelen noodzakelijk zijn

OPMERKING Voor een aantal stoffen zijn door het Ministerie Infrastructuur en Milieu interventiewaarden vastgesteld: de voorlichtingsrichtwaarde, de alarmeringsgrenswaarde en de levensbedreigende waarde. Deze worden gebruikt om richting te geven aan de bescherming van de bevolking (waaronder alarmering) en de hulpverleners bij incidenten met gevaarlijke stoffen.

### 3.16

#### **koelsysteem**

warmtepomp

combinatie van onderling verbonden onderdelen die koudemiddel bevatten en die tezamen een gesloten koelcircuit vormen waarin het koudemiddel wordt gecirculeerd met het doel warmte op te nemen en af te voeren (dat wil zeggen koeling, verwarming)

[NEN-EN 378-1+A2, 3.1.1]

### 3.17

#### **koudemiddel**

medium dat wordt gebruikt voor warmteoverdracht in een koelsysteem, en dat warmte bij lage temperatuur en lage druk opneemt en bij hoge temperatuur en hoge druk afgeeft, hetgeen doorgaans gepaard gaat met een faseverandering van het koudemiddel

[NEN-EN 378-1+A2, 3.7.1]

OPMERKING Een koudemiddel is een technisch gas dat aan koudetechnische voorwaarden voldoet o.a. ten aanzien van zuiverheid en maximaal vochtgehalte.

### 3.18

#### **leidingen**

leidingen vallende onder het toepassingsgebied van EN 14276-2, zoals pijpen en buizen (inclusief slangen, balgen, fittingen of flexibele leidingen) om de diverse onderdelen van het koelsysteem onderling aan te sluiten

[NEN-EN 378-1+A2, 3.5.1 en NEN-EN 13480, delen 1 t.m. 5]

### 3.19

#### **levensbedreigende waarde**

##### **LBW**

concentratie van een stof waarboven mogelijk sterfte of een levensbedreigende aandoening door toxische effecten kan optreden binnen enkele dagen na een blootstelling van één uur

### 3.20

#### **machinekamer**

locatie

afgesloten of afgeschermd ruimte alleen toegankelijk voor geautoriseerd personeel, die is bedoeld voor de installatie van componenten van het koelsysteem of van het gehele koelsysteem

OPMERKING Andere uitrusting/apparatuur mag ook worden geïnstalleerd mits deze compatibel is met de veiligheidseisen voor het koelsysteem.

[gebaseerd op NEN-EN 378-1+A2, 3.2.1]

**3.21****maximaal toelaatbare druk**

maximumdruk waarop de apparatuur is berekend, volgens de opgave van de fabrikant

OPMERKING 1 Begrenzing van de werkdruk die niet behoort te worden overschreden, of het systeem in bedrijf is of niet.

OPMERKING 2 De Richtlijn drukapparatuur 97/23/EG geeft de maximaal toelaatbare druk weer met het symbool 'PS'.

OPMERKING 3 Het subscript 'max' is toegevoegd aan het symbool voor maximale waarden.

[NEN-EN 378-1+A2, 3.3.2]

**3.22****mobiel systeem**

koelsysteem dat gewoonlijk wordt verplaatst terwijl het in bedrijf is

OPMERKING Onder mobiele koelsystemen worden de volgende systemen verstaan: koelsystemen in schepen, bijvoorbeeld systemen om de lading van een schip te koelen, koelsystemen in vissersschepen, airconditioning aan boord, koelsystemen voor proviand; koelsystemen voor transport, bijvoorbeeld transport van gekoelde lading via (spoor)wegtransport of containervervoer.

[NEN-EN 378-1+A2, 3.1.10]

**3.23****noodkoelsysteem**

onafhankelijk koelsysteem dat de druk in de installatie onder nood- of stilstandomstandigheden beperkt

**3.24****onafhankelijke beademingsapparatuur**

beademingsapparatuur met een draagbare persluchtvoorraad, onafhankelijk van de omgevingslucht, waarbij de verbruikte lucht zonder recirculatie naar de omgevingslucht wordt afgevoerd

[NEN-EN 378-1+A2, 3.8.3]

**3.25****ontwerpdruk**

druk die wordt gekozen voor de afleiding van de rekendruk voor elke component

OPMERKING Deze druk wordt gebruikt om de benodigde materialen, dikte en constructie voor componenten te bepalen, met betrekking tot hun vermogen druk te weerstaan.

[NEN-EN 378-1+A2, 3.3.3]

**3.26****openlucht**

onafgesloten ruimte, eventueel met een dak

[NEN-EN 378-1+A2, 3.2.11]

**3.27****overdruk**

druk waarvan de waarde gelijk is aan het verschil tussen de absolute druk en de atmosferische druk

OPMERKING Alle drukken zijn overdrukken, tenzij anders is aangegeven.

**3.28****recyclen**

verontreinigende stoffen in gebruikte koudemiddelen reduceren

OPMERKING 1 Dit wordt o.a. bereikt door afscheiding van olie, verwijdering van niet-condenseerbare bestanddelen en het gebruik van voorzieningen als filters, drogers of filter-drogers om vocht, zuur en deeltjes te reduceren.

OPMERKING 2 Het doel van recyclen is hergebruik van het teruggewonnen koudemiddel.

[gebaseerd op NEN-EN 378-1+A2, 3.7.9]

### **3.29**

#### **regenereren**

gebruikt koudemiddel bewerken tot voor nieuw koudemiddel geldende productspecificaties

OPMERKING Via chemische analyse wordt bepaald of het koudemiddel aan de specificaties voldoet. De identificatie van verontreinigde stoffen en de vereiste chemische analyses zijn beide beschreven in nationale en internationale normen voor nieuwe productspecificaties.

### **3.30**

#### **secundair koel- of verwarmingssysteem**

systeem dat gebruikmaakt van een vloeistof die warmte overbrengt van de te koelen of verwarmen producten of ruimten of van een ander koel- of verwarmingssysteem naar het koelsysteem zonder compressie en expansie van de vloeistof

[NEN-EN 378-1+A2, 3.1.6]

### **3.31**

#### **terugwinnen**

koudemiddel, in welke toestand dan ook, uit een systeem verwijderen en in een externe container opslaan

[NEN-EN 378-1+A2, 3.7.8]

### **3.32**

#### **transkritische cyclus**

koelcyclus waarbij de einddruk van de compressie boven het kritische punt van het koudemiddel ligt

### **3.33**

#### **typegoedgekeurde veiligheidspressostaat**

veiligheidsschakelaar voor drukbegrenzing die is typegoedgekeurd volgens EN 12263 en die handmatig alleen met behulp van gereedschap wordt gereset

OPMERKING Aangeduid met PZHH voor beveiliging tegen te hoge druk en met PZLL voor beveiliging tegen te lage druk.

[NEN-EN 378-1+A2, 3.6.7.4]

### **3.34**

#### **verblijfsruimte**

geheel omsloten ruimte waarin gedurende een significante periode mensen verblijven

OPMERKING Waar de aangrenzende ruimten van de verblijfsruimte door constructie of ontwerp niet adequaat zijn gescheiden van deze verblijfsruimte, worden deze beschouwd als deel van de verblijfsruimte. Dit kunnen bijvoorbeeld een ruimte in een verlaagd plafond, kruipgangen, kabelgoten en beweegbare afscheidingen zijn. De verblijfsruimte mag toegankelijk zijn voor het publiek (bijvoorbeeld supermarkt) of alleen voor getrainde personen (bijvoorbeeld snijders van vlees). In een verblijfsruimte mogen zowel delen van een koelsysteem als het gehele koelsysteem worden geplaatst/geïnstalleerd.

[gebaseerd op NEN-EN 378-1+A2, 3.2.3]

### **3.35**

#### **verdamp(er)**

warmtewisselaar waarin koudemiddel wordt verdampt door opname van warmte uit de te koelen stof

[NEN-EN 378-1+A2, 3.4.13]

**3.36****verdeel-/verzamelstuk**

leiding- of buiscomponent in een koelsysteem, waar diverse andere leidingen of buizen op zijn aangesloten

[NEN-EN 378-1+A2, 3.5.11]

**3.37****verstikkend**

mate waarin een medium schadelijk of dodelijk is als gevolg van acute of chronische blootstelling door contact, inademing of inname van het middel

OPMERKING Tijdelijk ongemak dat de gezondheid niet aantast, wordt niet als schadelijk beschouwd.

**3.38****vloeistofvat**

vat dat permanent op een systeem is aangesloten door middel van toevoer- en afvoerleidingen ten behoeve van het verzamelen van vloeibaar koudemiddel

[NEN-EN 378-1+A2, 3.4.11]

**3.39****voorlichtingsrichtwaarde****VRW**

concentratie van een stof die met grote waarschijnlijkheid door het merendeel van de blootgestelde bevolking als hinderlijk wordt waargenomen of waarboven lichte, snel reversibele gezondheidseffecten mogelijk zijn bij een blootstelling van één uur

OPMERKING Vaak is dit de concentratie waarbij blootgestelden beginnen te klagen over het waarnemen van de blootstelling.

**3.40****warmteoverdrachtsmedium**

koude/warmtedrager

medium voor de overdracht van warmte meestal zonder faseovergang (bijvoorbeeld water, lucht) of met een faseovergang op dezelfde druk (bijvoorbeeld kooldioxide)

[gebaseerd op NEN-EN 378-1+A2, 3.7.2]

**3.41****wettelijke grenswaarde**

maximaal aanvaardbare concentratie, volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit, van een stof bij een blootstellingsduur tot 8 h per dag en voor een kortdurende blootstelling van ten hoogste 15 min

OPMERKING De waarden worden gegeven in mg/m<sup>3</sup> en gelden bij 20 °C en 101,3 kPa. Eerder werd hiervoor de eenheid ppm gebruikt. Zie voor de omrekening bijlage B.

**4 Afkortingen**

AGW	alarmeringsgrenswaarde
AKI	aangewezen keuringsinstelling
CAS	chemical abstracts service
GWP	global warming potential – vermogen tot opwarming van de aarde, gerelateerd aan CO <sub>2</sub>
IDLH	immediately dangerous to life or health
IOR	Institute of Refrigeration

MAC	maximaal aanvaardbare concentratie
NVKL	Nederlandse Vereniging van ondernemingen op het gebied van Koudetechniek en Luchtbehandeling
ODP	ozone depletion potential – vermogen tot aantasting van de ozonlaag, gerelateerd aan CFC 11 is 1,0
PBM	persoonlijk beschermingsmiddel
QRA	kwantitatieve risicoanalyse
RI&E	risico-inventarisatie en -evaluatie
TGG	tijdgewogen gemiddelde
TRA	taak-risicoanalyse
VRW	voorlichtingsrichtwaarde
WBDA	Warenwetbesluit drukapparatuur

## **5 Classificatie**

### **5.1 Algemeen**

Koelsystemen, koudemiddelen en hun omgeving worden, volgens NEN-EN 378-1+A2 met het oog op veiligheidsniveaus, in de volgende groepen ingedeeld of geclassificeerd:

- naar verblijfsruimten (A, B of C);
- naar opstelling (a, b of c);
- naar soort koelsysteem (direct of indirect);
- naar giftigheid (A of B);
- naar brandbaarheid (1, 2 of 3).

In 5.2 en 5.4 zijn ter indicatie voorbeelden van classificaties gegeven. Voor meer voorbeelden zie NEN-EN 378-1+A2.

### **5.2 Classificatie van de verblijfsruimten (klasse A, B of C)**

Elke verblijfsruimte die installatiedelen bevat waarin zich kooldioxide als koudemiddel bevindt, wordt geclassificeerd met het oog op de veiligheid van de personen die rechtstreeks kunnen worden getroffen in geval van abnormale werking van het koelsysteem. Overwegingen voor veiligheid van koelsystemen houden rekening met de locatie, het aantal mensen dat van de locatie gebruikmaakt en de categorieën van verblijfsruimten. Machinekamers worden als onbezet beschouwd.

Indien een gebouw of ruimte tot meer dan één categorie kan worden gerekend, zijn de strengste eisen van toepassing. Indien de verblijfsruimten met verschillende bestemmingen zijn gescheiden, bijvoorbeeld door afgesloten afscheidingen, vloeren en plafonds, gelden voor elke verblijfsruimte de eisen van de afzonderlijke categorieën.

**OPMERKING** Hierbij wordt gewezen op de veiligheid van aangrenzende percelen en personen in gebieden die grenzen aan koelsystemen.



Tabel 1 — Categorieën van verblijfsruimten

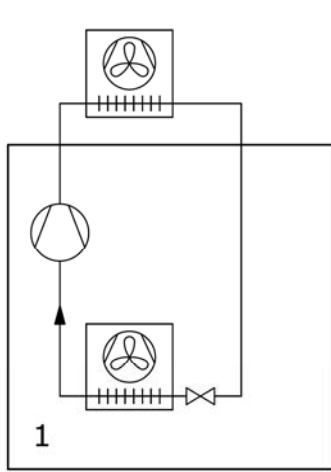
Categorieën	Algemene kenmerken	Voorbeelden <sup>a</sup>
Algemene verblijfsruimte <b>klasse A</b>	Ruimten, delen van gebouwen en gebouwen waarin mensen slapen; mensen in hun bewegingsvrijheid zijn beperkt, een ongecontroleerd aantal mensen aanwezig is of die voor iedereen toegankelijk zijn zonder dat men bekend is met de veiligheidsvoorzieningen	Ziekenhuizen, rechtbanken of gevangenissen, theaters, supermarkten, scholen, congres-/collegezalen, transportterminals, hotels, woningen, restaurants
Verblijfsruimte onder toezicht <b>klasse B</b>	Ruimten, delen van gebouwen en gebouwen waar slechts een beperkt aantal mensen kan samenkomen, waarvan een aantal noodzakelijkerwijs bekend is met de algemene veiligheidsvoorzorgsmaatregelen van het gebouw	Zakelijke of beroepsmatig ingerichte kantoren, laboratoria, algemene productiefaciliteiten en plaatsen waar mensen werken
Geautoriseerde verblijfsruimte <b>klasse C</b>	Ruimten, delen van gebouwen en gebouwen die alleen toegankelijk zijn voor bevoegden die bekend zijn met algemene en specifieke veiligheidsvoorzorgsmaatregelen van de vestiging en waar producten of materialen worden vervaardigd, verwerkt of opgeslagen	Productiefaciliteiten, bijvoorbeeld voor chemicaliën, levensmiddelen, dranken, ijs, consumptie-ijs, raffinaderijen, koelhuizen, zuivelbedrijven, slachthuizen, delen van supermarkten die niet voor publiek toegankelijk zijn
<sup>a</sup> Deze lijst is niet uitputtend.		

### 5.3 Classificatie van de opstelling (klasse a, b of c)

Er zijn drie typen opstellingen voor koelsystemen. Bij warmtepompen wordt ervan uitgegaan dat in plaats van de verdamper(s) de condensor(s) in de verblijfsruimte is (zijn) geplaatst.

De drie typen opstellingen zijn:

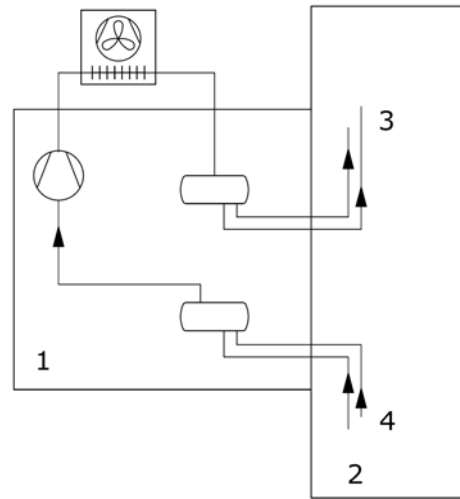
- 1) een koelsysteem geplaatst in een verblijfsruimte;
- 2) een koelsysteem met compressoren, vloeistofvaten en condensoren geplaatst in een machinekamer of in de openlucht;
- 3) een koelsysteem met alle koudemiddel bevattende onderdelen in een verblijfsruimte waar geen mensen verblijven of in de openlucht.



**Legenda**

1 = verblijfsruimte

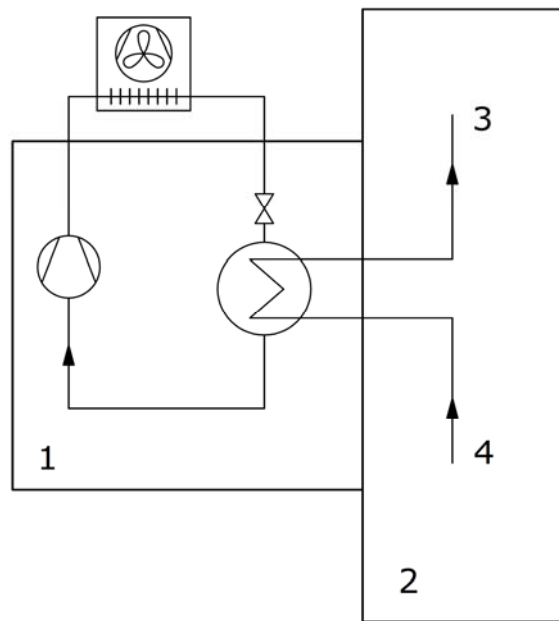
**Figuur 1 — Opstelling, klasse a**



**Legenda**

1 = machinekamer  
 2 = verblijfsruimte  
 3 = vloeistofleidingen naar verdampers  
 4 = zuigleidingen van verdampers

**Figuur 2 — Opstelling klasse b**



**Legenda**

1 = machinekamer  
 2 = verblijfsruimte  
 3 = mediumleidingen naar koelers  
 4 = mediumleidingen van koelers

**Figuur 3 — Opstelling klasse c**

## 5.4 Classificatie van koelsystemen (DS, IS)

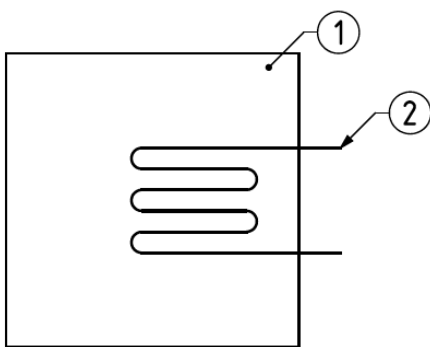
### 5.4.1 Algemeen

Koelsystemen worden geclassificeerd zoals is aangegeven in 5.4.2 en 5.4.3 aan de hand van de methode waarmee warmte wordt onttrokken (koeling) of toegevoerd (verwarming) aan de te behandelen substantie.

### 5.4.2 Directe systemen (DS)

De koudemiddel (kooldioxide) voerende verdamper of condensor van het koelsysteem staat in rechtstreeks contact met de lucht of de te koelen of te verwarmen substantie. Systemen waarin een secundair koudemiddel in direct contact is met de lucht of de te koelen of te verwarmen goederen (sproei- of met kanalen uitgeruste systemen) behoren te worden behandeld als directe systemen.

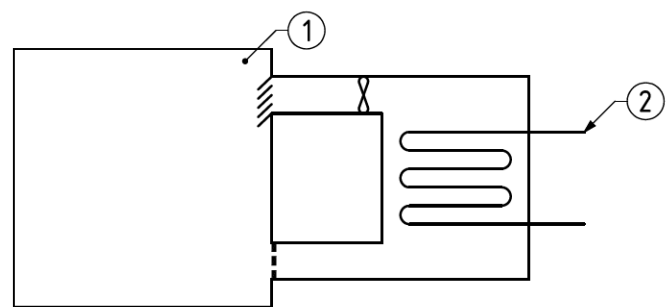
#### Voorbeelden van directe systemen



#### Legenda

- 1 = verblijfsruimte
- 2 = koudemiddel bevattende delen

**Figuur 4 — Direct systeem**



#### Legenda

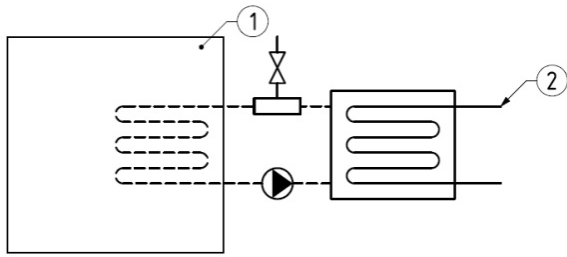
- 1 = verblijfsruimte
- 2 = koudemiddel bevattende delen

**Figuur 5 — Direct met kanalen uitgerust systeem**

### 5.4.3 Indirecte systemen (IS)

De verdamper koelt of de condensor verwarmt het warmteoverdrachtsmedium dat door een gesloten circuit met warmtewisselaars gaat die in direct contact zijn met de te behandelen substantie.

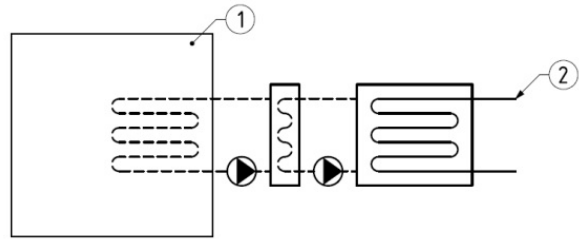
## Voorbeelden van indirecte systemen



### Legenda

1 = verblijfsruimte  
2 = koudemiddel bevattende delen

**Figuur 6 — Indirect geventileerd gesloten systeem**



### Legenda

1 = verblijfsruimte  
2 = koudemiddel bevattende delen

**Figuur 7 — Dubbel indirect systeem**

In NEN-EN 378-1+A2 worden meer voorbeelden gegeven.

## 5.5 Veiligheidsclassificatie koudemiddelen

### 5.5.1 Classificatie naar giftigheid (groep A of B)

Koudemiddelen behoren te worden ingedeeld in één van de twee groepen A of B op basis van de toelaatbare chronische blootstelling aan concentratieniveaus;

**Groep A** (lagere giftigheid); koudemiddelen met een tijdgewogen gemiddelde concentratie die geen schadelijke gevolgen heeft voor vrijwel alle werknemers die er dagelijks gedurende een normale werkdag van 8 h en een werkweek van 40 h aan worden blootgesteld, en die gelijk is aan of hoger is dan  $400 \text{ ml/m}^3$  (400 (volume)-ppm).

**Groep B** (hogere giftigheid); koudemiddelen met een tijdgewogen gemiddelde concentratie die geen schadelijke gevolgen heeft voor vrijwel alle werknemers die er dagelijks gedurende een normale werkdag van 8 h en een werkweek van 40 h aan worden blootgesteld, en die lager is dan  $400 \text{ ml/m}^3$  (400 (volume)-ppm).

### 5.5.2 Classificatie naar brandbaarheid (klasse 1, 2, 3)

Koudemiddelen behoren te worden ingedeeld in één van de drie klassen 1, 2 of 3 op basis van hun brandbaarheidsbeproevingen. Omdat kooldioxide niet brandbaar is, worden hier alleen de klassen genoemd.

**Klasse 1** (geen vlamvoortplanting);

**Klasse 2** (lagere brandbaarheid);

**Klasse 3** (hogere brandbaarheid).

## 5.6 Classificatie van kooldioxide

Kooldioxide valt volgens 5.5.1 en 5.5.2 in de veiligheidsgroep A1.

De specifieke eigenschappen van kooldioxide worden in bijlage A weergegeven.

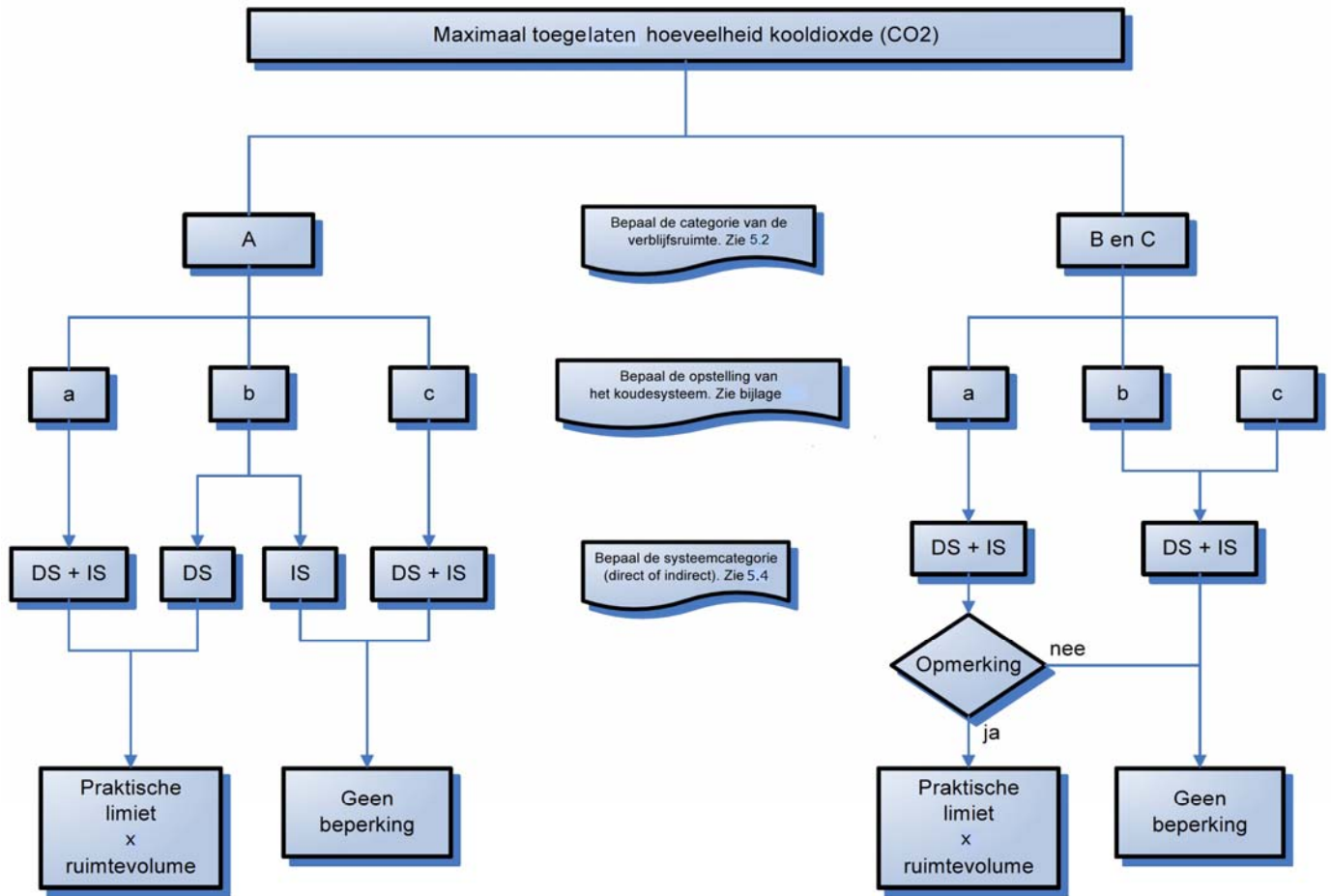
## 5.7 Minimaal vereiste veiligheidsvoorzieningen

In figuur 8 kan met behulp van het stroomschema de maximaal toegelaten totale hoeveelheid kooldioxide voor een gegeven systeem worden vastgesteld. Hieruit blijkt dat kooldioxide bijna overal onbeperkt kan worden toegepast. Daar waar wordt gesproken over 'limiet  $\times$  ruimtevolumen' geldt een beperking van:

$$0,1 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times \text{inhoud in [m}^3\text{]} = \text{kg}$$

Tevens is hieronder aangegeven welke minimale veiligheidsvoorzieningen zijn vereist, in relatie tot de totale hoeveelheid kooldioxide in het koelsysteem. De functionele en uitvoeringseisen aan deze veiligheidsvoorzieningen zijn in hoofdstuk 6 en 7 beschreven.

- 1) Er zijn detectiesystemen in machinekamers en beschouwde verblijfsruimte aanwezig voor alarmering en voor het in werking stellen van ventilatie.
- 2) De installatie is voorzien van noodstopknoppen buiten en binnen de machinekamer.
- 3) Een koudemiddelvoorraadvat voor systemen met meer dan 100 kg kooldioxide (groep A1) dat van de rest van het systeem kan worden afgescheiden, behoort te worden voorzien van een vloeistofniveau-indicator waarop ten minste het maximale koudemiddelniveau is aangegeven.
- 4) Als de concentratie kooldioxide hoger kan worden dan 50 000 mg/m<sup>3</sup> (AGW van kooldioxide) behoort een detector in functie te treden. Deze behoort automatisch een alarm te activeren, de mechanische ventilatie te starten en het systeem te stoppen.
- 5) Per beschouwde verblijfsruimte behoort minimaal één detector aanwezig te zijn in de laagste ondergrondse ruimte.
- 6) Een verblijfsruimte waarin kooldioxide aanwezig is, behoort te allen tijde te kunnen worden verlaten. Deuren behoren dan ook zowel van binnenuit als van buitenaf te kunnen worden geopend.
- 7) Bij het betreden van een ruimte waar een alarm is afgegaan behoort onafhankelijke beademingsapparatuur te worden gedragen.
- 8) Een verblijfsruimte waarin de concentratie kooldioxide boven 9 000 mg/m<sup>3</sup> kan oplopen behoort te kunnen worden geventileerd, zie 6.9.4.



“Opmerking” = Onder begane grondniveau of op bovenverdieping zonder voldoende vluchtwegen

OPMERKING  $\text{Limiet} \times \text{ruimtevolume} = 0,1 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times \text{inhoud in [m}^3\text{]} = \text{kg.}$

**Legenda**

- A, B, C classificatie van de verblijfsruimte
  - A = algemene verblijfsruimte
  - B = verblijfsruimte onder toezicht
  - C = geautoriseerde verblijfsruimte
- a, b, c classificatie opstelling
  - a geheel in verblijfsruimte
  - b compressoren, vloeistofvaten en condensoren geplaatst in een machinekamer waar geen mensen verblijven of in de openlucht
  - c alle koudemiddel bevattende onderdelen in een machinekamer waar geen mensen verblijven of in de openlucht
- DS en IS classificatie van koelsysteem
  - DS = direct systeem
  - IS = indirect systeem

**Figuur 8 — Stroomschema voor het vaststellen van de maximaal toegelaten totale hoeveelheid kooldioxide voor een gegeven systeem**

## 6 Opstelling en hoofdcomponenten

### 6.1 Algemeen

Dit hoofdstuk beschrijft aan welke eisen het ontwerp van het koelsysteem behoort te voldoen. Dit betreft het koeltechnisch ontwerp, de opstellingsplaats, de toe te passen materialen en de eisen die aan de onderdelen van de installatie worden gesteld.

Het Activiteitenbesluit eist in § 3.2.6, art.3.16d.1 het volgende:

“Een koelinstallatie met een natuurlijk koudemiddel voldoet ten behoeve van het voorkomen van risico's voor de omgeving en ongewone voorvallen, dan wel voor zover dat niet mogelijk is het zoveel mogelijk beperken van de risico's voor de omgeving en de kans dat ongewone voorvallen zich voordoen en de gevolgen hiervan, aan de bij ministeriële regeling gestelde eisen”.

Dit besluit geldt volgens § 3.2.6, art. 3.16c.1.a bij “het in werking hebben van een koelinstallatie met een inhoud van minimaal 12 kilogram aan natuurlijk koudemiddel”.

Dit houdt o.a. in dat een koelsysteem zo behoort te zijn ontworpen en geconstrueerd dat tijdens normaal gebruik, door bijvoorbeeld corrosie, spanningen of trillingen, geen lekkage van het koudemiddel optreedt. Het ontwerp behoort zo te zijn dat installatie-, onderhouds- en controlewerkzaamheden kunnen worden uitgevoerd zonder dat dit leidt tot het ongewenst vrijkomen van het koudemiddel.

### 6.2 Ontwerp en constructie van de installaties

#### 6.2.1 Ontwerp

Eisen voor het ontwerp van het koelsysteem worden in NEN-EN 378-2+A2 gegeven.

#### 6.2.2 Materialen

Eisen voor materialen die in contact komen met het koudemiddel worden in NEN-EN 378-2+A2 gegeven.

#### 6.2.3 Ontwerp- en toegelaten drukken

Alle delen van het koudemiddelcircuit behoren zo te worden ontworpen en geconstrueerd dat ze lekdicht blijven en bestand zijn tegen de drukken die tijdens bedrijf, stilstand en transport kunnen optreden, rekening houdend met de te verwachten thermische, fysische en chemische belastingen.

Bij de bepaling van de maximaal toelaatbare druk voor een koelsysteem behoort rekening te worden gehouden met:

- a) de omgevingstemperatuur;
- b) de aanwezigheid van niet-condenseerbare gassen;
- c) aanwezigheid van een noodkoelsysteem of een expansievat ter beperking van de druk;
- d) de ontdooimethode;
- e) de aard van de toepassing van het koelsysteem (bijvoorbeeld koelen of verwarmen);
- f) de invloed van zonnestraling;
- g) mogelijke vervuiling of beschadiging van het koelsysteem.

Het koelsysteem kan worden onderverdeeld in verschillende installatiegedeelten (bijvoorbeeld het hogedruk- en het lagedrukgedeelte). Voor elk installatiegedeelte kan een verschillende maximaal toelaatbare druk gelden.

Volgens NEN-EN 378-2+A2 behoort voor koudemiddelen die in het lagetemperatuurgebied (LT-deel) worden gebruikt (met of zonder compressor) of in een cascadesysteem, de maximaal toelaatbare druk (PS) door de ontwerper te worden bepaald. Het ontwerp behoort een voorziening te hebben voor normale en noodstilstandomstandigheden.

Het gebruik van gespecificeerde temperaturen resulteert niet altijd in de druk van het verzadigde koudemiddel binnen het systeem, bijvoorbeeld een systeem met beperkte vulling of een systeem werkend op of boven de kritische temperatuur, zoals bij transkritische systemen met kooldioxide in het bijzonder.

De volgende ontwerpdrukken zijn van toepassing voor transkritische systemen (bron: IOR R744-richtlijn).

**Tabel 2 — Ontwerpdrukken bij transkritische systemen**

Lagedrukzijde	Hogedrukzijde
10 % boven de berekende druk tijdens stilstand bij 32 °C of de ontwerpdruk die door de ontwerper is bepaald voor de instelling van de veiligheidsklep aan de lagedrukzijde	10 % boven de bedrijfsdruk die door de ontwerper wordt verwacht bij de maximale temperatuur van de warmteafvoer

De druk waaronder het koelsysteem of een installatiegedeelte normaal in bedrijf is, behoort lager te zijn dan de maximaal toelaatbare druk voor het koelsysteem of dat installatiegedeelte.

De ontwerpdruk van een onderdeel (component) behoort niet lager te zijn dan de maximaal toelaatbare druk voor het koelsysteem of voor het gedeelte van het koelsysteem waartoe het onderdeel behoort.

Het verband tussen verschillende optredende drukken en de maximaal toelaatbare druk (PS) wordt weergegeven in tabel 3.

**Tabel 3 — Verband tussen verschillende drukken en PS**

Druksoort	Drukwaarde
Ontwerpdruk	$\geq 1,0 \times PS$
Sterktebeproeingsdruk voor een onderdeel van gietijzer	$\geq 1,5 \times PS$
Sterktebeproeingsdruk voor een onderdeel van gewalst of getrokken materiaal	$\geq 1,3 \times PS$
Beproeingsdruk voor een volledige installatie resp. een gedeelte van een installatie <sup>a</sup>	$1,0 \times PS \leq P_{test} \leq 1,3 \times PS$
Dichtheidsbeproeingsdruk	$\leq 1,0 \times PS$
Instelling typegoedgekeurde veiligheidspressostaat voor drukbegrenzing voor een systeem met ontlastvoorziening	$\leq 0,9 \times PS$

Zie vervolg



Tabel 3 (einde)

Druksoort	Drukwaarde
Instelling typegoedgekeurde veiligheidspressostaat voor drukbegrenzing voor een systeem zonder ontlastvoorziening	$\leq 1,0 \times PS$
Instelling veiligheidsschakelaar voor drukbegrenzing voor LT-deel cascadesysteem (controleren)	$\leq 1,0 \times PS$
Instelling van een ontlastvoorziening	$1,0 \times PS$
Druk waarbij de afblaascapaciteit van een ontlastvoorziening behoort te worden berekend	$\leq 1,1 \times PS$
Druk in LT-deel van cascadesysteem bij noodstilstand (controleren)	$\leq 0,9 \times PS$
<sup>a</sup> Tijdens de beproeving veiligheidsklep(pen) buiten bedrijf stellen.	

#### 6.2.4 Drukvalen

Eisen voor drukvalen met randapparatuur worden in NEN-EN 378-2+A2 gegeven.

#### 6.3 Leidingen

Eisen voor het leidingnet met appendages en ondersteuning worden in NEN-EN 378-2+A2 gegeven.

#### 6.4 Verbindingen

Eisen voor verbindingen in leidingen en van leidingen met appendages en andere hoofdcomponenten worden in NEN-EN 378-2+A2 gegeven.

#### 6.5 Compressoren

Compressoren behoren te voldoen aan NEN-EN 12693.

#### 6.6 Appendages

Eisen voor ontwerp en toepassing van appendages worden in NEN-EN 378-2+A2 gegeven.

#### 6.7 Instrumentatie

Eisen voor ontwerp en toepassing van instrumentatie worden in NEN-EN 378-2+A2 gegeven.

#### 6.8 Elektrische installatie

##### 6.8.1 Algemeen

De algemene elektrische installatie van de koel- en andere apparatuur inclusief verlichting, voeding enz. behoort volgens nationale regels (NEN 1010 en NEN 3140) en Europese normen (NEN-EN-IEC 60204 en IEC 60364-reeks) te zijn.

## **6.8.2 Hoofdstroomvoorziening**

De elektrische stroomvoorziening van een koelsysteem behoort elektrisch zo te worden geregeld dat deze kan worden uitgezet onafhankelijk van de elektriciteitsvoorziening naar andere elektrische apparatuur in het algemeen en, in het bijzonder, naar elk verlichtingssysteem, elk ventilatie-eenheid, alarmerings- en andere veiligheidsapparatuur. De aansluiting van de hoofdstroomvoorziening naar het koelsysteem behoort in overeenstemming te zijn met hoofdstuk 4 en 5 van NEN-EN-IEC 60204-1.

## **6.8.3 Voeding noodkoelsystemen**

Componenten die tijdens stilstandomstandigheden de systeemdruk beperkt houden behoren te worden gevoed door een stroomvoorziening die onafhankelijk is van de stroomvoorziening van het koelsysteem waarvan de druk beperkt behoort te blijven. (Dit behoort minimaal een aparte groep te zijn.)

## **6.9 Ventilatie van machinekamers (NEN-EN 378-3+A2) en verblijfsruimten**

### **6.9.1 Algemeen**

Er behoort te worden voorkomen dat koudemiddel naburige ruimten, trappenhuizen, binnenplaatsen, gangpaden of drainagesystemen van gebouwen binnendringt. Het ontsnappende gas behoort naar buiten te worden afgeblazen.

- a) Er behoort geen lucht naar of van een verblijfsruimte door een machinekamer te stromen behalve indien de lucht wordt geleid en is afgesloten om te voorkomen dat lekkend koudemiddel in de luchtstroom terechtkomt.
- b) De ventilatie van machinekamers behoort afdoende te zijn voor normale bedrijfsomstandigheden en noodsituaties.
- c) Machinekamers behoren te worden geventileerd naar de buitenlucht door mechanische ventilatie in geval van het vrijkomen van koudemiddel door lekkage of door breuk van componenten. Dit ventilatiesysteem behoort onafhankelijk te zijn van elk ander ventilatiesysteem ter plaatse.
- d) Er behoren maatregelen te worden genomen voor voldoende toevoer van vervangende buitenlucht en voor een goede verdeling van deze lucht over de (speciale) machinekamer, waarbij 'dode hoeken' worden voorkomen.
- e) Openingen voor buitenlucht behoren zo te worden gepositioneerd dat recirculatie in de ruimte wordt voorkomen.
- f) Voor locatie van de afzuigpunten zie 7.3.10.
- g) Voor de toepassing zie 6.9.4.
- h) Toegangsdeuren van machinekamers behoren zelfsluitend te zijn uitgevoerd.

### **6.9.2 Ventilatie voor de machinekamer**

#### **6.9.2.1 Ventilatie voor normale bedrijfsomstandigheden of indien de machinekamer is bezet**

Ventilatie behoort in overeenstemming te zijn met de nationale regels en behoort ten minste vier luchtwisselingen per uur te hebben als er personen in de machinekamer aanwezig zijn

#### **6.9.2.2 Mechanische noodventilatie voor de machinekamer**

Indien gasdetectie is vereist, zoals vermeld in 5.7 dan behoort het mechanische noodventilatiesysteem te worden geactiveerd door een of meer detectoren, die zich bevinden in de machinekamer.

Mechanische ventilatie behoort door het noodstopsysteem te worden geactiveerd.

### 6.9.2.3 Benodigde luchtstroom voor mechanische noodventilatie

Mechanische ventilatie behoort ten minste de hoeveelheid lucht te leveren bepaald door de volgende formule:

$$V = 14 \times 10^{-3} \times m^{2/3}$$

waarin:

$V$  is de volumestroom, in  $m^3/s$ ;

$m$  is de massa van de hoeveelheid koudemiddel, in kg, van het koelsysteem met de grootste hoeveelheid koudemiddel, waarvan een willekeurig deel zich in de machinekamer bevindt;

$14 \times 10^{-3}$  is een omrekeningsfactor.

Een noodventilatiesysteem met 15 luchtwisselingen per uur is afdoende.

Maatgevend voor de hoeveelheid lucht is de hoogste waarde:

- uit bovengenoemde berekening of
- uit de berekening voor de afvoer van de warmtelast via ventilatielucht.

### 6.9.2.4 Uitvoering noodventilator

Aan de uitvoering van de noodventilator worden geen bijzondere eisen gesteld als deze uitsluitend voor afvoer van kooldioxide wordt gebruikt.

De noodventilator behoort zo te zijn geplaatst dat drukopbouw in het luchtafvoerkanaal wordt voorkomen.

De noodventilator behoort geen vonken te veroorzaken indien deze in contact komt met het kanaalmateriaal.

Het mechanische ventilatiesysteem behoort volgens de nationale en internationale normen en richtlijnen te zijn uitgevoerd.

De uitlaat van het ventilatiesysteem behoort hoger te zijn aangebracht dan enige plaats in de directe omgeving waar zich personen kunnen bevinden.

### 6.9.2.5 Mechanische ventilatieopeningen

Mechanische ventilatieopeningen behoren zo te worden geplaatst en van zodanige afmetingen te zijn dat voldoende luchtstroom wordt toegelaten, rekening houdend met de eigenschappen van het koudemiddel, de keuze voor inlaat of afvoer en het prestatievermogen van de ventilator. De inlaat- en afvoeropeningen behoren zo te zijn geplaatst dat lekkend koudemiddel onder alle omstandigheden op een veilige wijze kan worden afgevoerd naar een veilige plaats.

### 6.9.3 Geventileerde afgesloten gedeelten

Voor eisen aan geventileerde afgesloten gedeelten zie NEN-EN 378-2+A2.

### 6.9.4 Ventilatie van verblijfsruimten

Elke verblijfsruimte die installatiedelen bevat waarin zich kooldioxide als koudemiddel bevindt, behoort te zijn voorzien van een detector indien de hoeveelheid kooldioxide die, in de beschouwde ruimte, vrij kan komen

meer kan worden dan 9 000 mg/m<sup>3</sup>. Bij alarmering behoort de oorzaak van de verhoogde waarde te worden opgespoord en te worden verholpen. Er behoort een natuurlijk, een mechanisch of een verplaatsbaar ventilatiesysteem beschikbaar te zijn waarmee overmatig kooldioxide uit de beschouwde ruimte kan worden verwijderd.

## **6.10 Kooldioxide als koudemiddel**

### **6.10.1 Algemeen**

Koudemiddelen worden gekenmerkt door een code die begint met 'R' van **R**efrigerant. Deze aanduiding is wereldwijd gangbaar.

De code voor kooldioxide is R744.

Uitsluitend met R aangegeven technische gassen behoren als koudemiddel te worden gebruikt.

Kooldioxide als koudemiddel behoort bij levering op het vulpunt van de installatie minimaal aan de volgende eisen te voldoen:

— zuiverheid:	min. 99,9 %;
— lucht en andere niet-condenseerbare gassen:	max. 1,5 % (volume damp bij 25 °C);
— vochtgehalte:	max. 10 ppm (gewicht);
— alle andere vervuiling totaal:	max. 0,1 % (gewicht);
— vaste stoffen/deeltjes:	geen.

### **6.10.2 Vacumeren**

Nadat de installatie is afgeperst behoort de installatie te worden gevacumeerd tot onder het kookpunt van water zodat ook restvocht wordt verwijderd. Minimaal eenmaal behoort het vacuüm te worden gebroken met droge stikstof (kwaliteit 3,0 of beter). Er behoort op te worden gelet dat de temperatuur van de te vacumeren onderdelen voldoende hoog is om het mogelijk aanwezige vocht te doen verdampen.

### **6.10.3 Levering van koudemiddel**

Om er zeker van te zijn dat het koudemiddel op het vulpunt/de aansluiting van de installatie aan de gestelde eisen voldoet, behoren leveringscilinders, leveringstanks, vulslangen en vulleidingen schoon en droog te zijn voordat deze aan het koelsysteem mogen worden gekoppeld.

### **6.10.4 Codering vulpunt**

Het vulpunt/de aansluiting behoort duidelijk te worden gekenmerkt voor het desbetreffende kooldioxide zodat verwisseling met andere koudemiddelen wordt uitgesloten. Het verdient aanbeveling een eenduidige, gestandaardiseerde, koudemiddelafhankelijke, koppeling tussen vulpunt en vulslang of vulleiding te gebruiken.

### **6.10.5 Filter/droger**

Elke kringloop met kooldioxide als koudemiddel behoort te worden voorzien van een ruim bemeten filter/droger. Hiermee kan vocht dat, na het vacumeren of na reparaties, in het systeem is achtergebleven worden verwijderd.

Het verdient aanbeveling om nieuw kooldioxide altijd via de filter/droger te vullen en na het vullen de drogerblokken uit te wisselen.

Als de normale bedrijfstemperatuur van de filter/droger onder de omgevingslucht ligt, behoort het huis van de filter/droger te worden opgewarmd en inwendig droog te zijn voordat nieuwe blokken mogen worden geplaatst.

## 7 Veiligheidsvoorzieningen

### 7.1 Algemeen

In dit hoofdstuk zijn de functionele en uitvoeringseisen aan veiligheidsvoorzieningen beschreven. Veiligheidsvoorzieningen ter voorkoming van drukgevaarlijke situaties vallen onder het Warenwetbesluit drukapparatuur.

In een koelsysteem behoren, afhankelijk van de aard en het gebruik hiervan, veiligheidsvoorzieningen te zijn aangebracht. In onderstaande tabel 4 is aangegeven welke minimale veiligheidsvoorzieningen zijn vereist, in relatie tot de hoeveelheid kooldioxide.

**Tabel 4 — Minimaal vereiste veiligheidsvoorzieningen in relatie tot de hoeveelheid kooldioxide**

Minimaal vereiste veiligheidsvoorzieningen	Hoeveelheid kg			
	≤ 25	> 25 – ≤ 100	> 100 – ≤ 3 000	> 3 000
Noodstopknoppen buiten en binnen de machinekamer	X	X	X	X
Noodstop- en alarmeringssysteem		X	X	X
Detectiesysteem indien de praktische limiet maal ruimtevolumen (5.7) kan worden overschreden	X	X	X	X
Detectiesystemen in machinekamers en beschouwde verblijfsruimten voor alarmering en voor het in werking stellen van ventilatie		X	X	X
De installatie is voorzien van afsluitvoorzieningen om systeemcomponenten zoals vloeistofvaten en badverdampers af te kunnen sluiten			X	X
De installatie is voorzien van een op afstand bediende afsluitvoorziening in de vloeistofleiding van componentgroepen met meer dan 3 000 kg kooldioxide				X
De installatie is voorzien van een permanent bemenst station of automatische doormelding				X

Een overzicht van de benodigde acties tijdens noodsituaties is in tabel 5 opgenomen.

Tabel 5 — Overzicht acties in noodsituaties

Initiatie van alarm door	Eerste actie	Tweede actie	Derde actie
Indrukken noodstop	Activering noodstopsysteem	Uitschakeling koelsysteem Inschakeling noodventilatie (indien aanwezig) Sluiting op afstand bedienbare afsluitvoorzieningen (indien aanwezig) Inschakeling alarmeringssysteem (volledig hoorbaar en zichtbaar)	Alarmering in ruimten waar competent personeel aanwezig is, eventueel doormelding naar externe hulpdienst  Alarmering op mogelijk bedreigde plaatsen waar personen aanwezig kunnen zijn
CO <sub>2</sub> -detectie laag niveau, machinekamer	Inschakeling alarmeringssysteem (beperkt) Inschakeling noodventilatie (indien aanwezig)	Alarmering in ruimten waar competent personeel aanwezig is	
CO <sub>2</sub> -detectie laag niveau, overige ruimten	Inschakeling alarmeringssysteem (beperkt) Ventilatie volgens 6.9.4 gebruiken Sluiting CO <sub>2</sub> -toevoer naar de in de desbetreffende ruimte opgestelde koelsysteemdelen	Alarmering in ruimten waar competent personeel aanwezig is  Alarmering in desbetreffende ruimte	
CO <sub>2</sub> -detectie hoog niveau, machinekamer	Activering noodstopsysteem	Uitschakeling koelsysteem Sluiting op afstand bedienbare afsluitvoorzieningen (indien aanwezig) Inschakeling alarmeringssysteem (volledig hoorbaar en zichtbaar)	Alarmering in ruimten waar competent personeel aanwezig is  Alarmering op mogelijk bedreigde plaatsen waar personen aanwezig kunnen zijn
CO <sub>2</sub> -detectie hoog niveau, overige ruimten	Inschakeling alarmeringssysteem (volledig) Sluiting CO <sub>2</sub> -toevoer naar de in de desbetreffende ruimte opgestelde koelsysteemdelen, voor zover dit niet al bij laag niveau is geschied	Alarmering in ruimten waar competent personeel aanwezig is  Alarmering op mogelijk bedreigde plaatsen waar personen aanwezig kunnen zijn	

## 7.2 Noodstop- en alarmeringssysteem

### 7.2.1 Algemeen

Om het koelsysteem op een snelle en veilige wijze uit bedrijf te kunnen nemen behoort bij installaties met een inhoud van meer dan 25 kg kooldioxide een noodstop- en alarmeringssysteem te worden toegepast.

### 7.2.2 Noodstopsysteem

Noodstopknoppen behoren als zodanig te worden voorzien van de tekst "NOODSTOP KOELSYSTEEM" (functieaanduiding).

Het noodstopsysteem:

- schakelt het koelsysteem uit (maakt het stroomloos);
- schakelt het eventueel geïnstalleerde noodventilatiesysteem in;
- sluit indien aanwezig, op afstand bedienbare afsluitvoorzieningen;
- schakelt het alarmeringssysteem in.

Om de omvang van een eventuele koudemiddellekkage te kunnen beperken, behoren de door het noodstopsysteem bestuurde onderdelen niet automatisch te worden vergrendeld.

Na het opheffen van de oorzaak van de noodstop behoren de op afstand bedienbare afsluiters niet automatisch te openen. De afgeschakelde apparatuur behoort opnieuw te worden ingeschakeld door een competent persoon.

Het noodstopsysteem wordt geactiveerd door het indrukken van een noodstopknop alsmede, indien aanwezig, door het koudemiddeldetectiesysteem.

Noodstopknoppen behoren ten minste te zijn aangebracht op of in de directe nabijheid van een koelsysteem en, indien van toepassing, aan de buitenzijde van de toegangsdeuren van een machinekamer. Indien de toegangsdeur zich in een voor publiek toegankelijke ruimte bevindt, is plaatsing aan de binnenzijde, direct naast de deur, toegelaten.

### 7.2.3 Alarmeringssysteem

#### 7.2.3.1 Alarmeringssysteemwaarschuwing

Een alarmeringssysteem is vereist bij installaties met een inhoud van meer dan 12 kg kooldioxide. Dit alarmeringssysteem behoort een hoorbaar (NEN-EN 378-3+A2: 15 dB(A) boven achtergrondniveau) en zichtbaar (NEN-EN 378-3+A2: flikkerende lamp) signaal te geven op mogelijk bedreigde plaatsen waar zich personen kunnen bevinden, en in een eventueel aanwezige portiersloge, controlekamer of een andere ruimte waarin zich competent bedieningspersoneel kan bevinden. Nabij de signalering behoort de tekst "KOUDEMIDDEL ALARM" te worden geplaatst. Het is toegelaten om in aanvulling op het voorgaande een externe hulpdienst te waarschuwen.

#### 7.2.3.2 Activering

Het alarmeringssysteem wordt geactiveerd door het noodstopsysteem en door een eventueel aanwezig koudemiddeldetectiesysteem. Het is toegelaten bij een laag detectieniveau de alarmering te beperken tot een eventueel aanwezige portiersloge, controlekamer of een andere ruimte waarin zich competent bedieningspersoneel kan bevinden (vooralarm) en tot de ruimte waar de detectie plaatsvindt, mits bij het hoge detectieniveau het volledige alarmeringssysteem in werking treedt.

### **7.2.3.3 Aanvullende alarmeringssysteemeisen voor kooldioxidesystemen met een vulling boven 3 000 kg**

Bij koelsystemen met een vulling van meer dan 3 000 kg kooldioxide is een permanent bemenst station als centraal alarmeringsstation of een automatisch doormeldsysteem vereist. Het personeel kan worden geïnformeerd over het alarm door technische apparatuur zoals mobiele telefoon, semafoon en dergelijke. Competent personeel behoort zo spoedig mogelijk en in ieder geval binnen 60 min na het alarm ter plaatse aanwezig te zijn.

### **7.2.3.4 Energievoorziening van het alarmeringssysteem**

De elektrische stroomvoorziening van het alarmeringssysteem behoort onafhankelijk te zijn van de stroomvoorziening van de installatie.

### **7.2.3.5 Controle**

Het noodstop- en alarmeringssysteem behoort tezamen met de mechanische ventilatie, de eventuele afsluitvoorzieningen en de detectoren regelmatig, ten minste eenmaal per halfjaar, worden gecontroleerd op functionele werking en detectiewaarden. De resultaten van de controle behoren in het logboek te worden opgenomen.

## **7.3 Automatische koudemiddeldetectie**

### **7.3.1 Alarmeringswaarden**

Detectiesystemen voor koudemiddelen behoren te worden geïnstalleerd in machinekamers voor koudemiddelen met ODP > 0 of GWP > 0 indien de systeemvulling meer dan 25 kg is (NEN-EN 378-3+A2).

Het detectiesysteem behoort te zijn voorzien van een laag en een hoog niveau. Het lage niveau behoort een concentratie van 9 000 mg/m<sup>3</sup> (wettelijke grenswaarde) of lager te kunnen waarnemen. Het hoge niveau behoort een concentratie van 50 000 mg/m<sup>3</sup> (AGW) of lager, afhankelijk van de risicoanalyse, te kunnen waarnemen.

### **7.3.2 Uitvoeringseisen**

Een automatisch koudemiddeldetectiesysteem behoort te voldoen aan het volgende:

- de meetnauwkeurigheid bedraagt maximaal ± 5 % van de maximale schaalwaarde;
- het meetbereik loopt van 0 mg/m<sup>3</sup> tot maximaal 50 000 mg/m<sup>3</sup>;
- de alarmeringsvertraging is kleiner dan 60 s;
- het toegepaste detectieprincipe is geschikt voor de omstandigheden waaraan de detector wordt blootgesteld (temperaturen, vochtigheid en dergelijke).

### **7.3.3 Locatie van detectoren**

Omdat kooldioxide zwaarder is dan lucht behoren detectoren op laagste punten en dicht bij de grond te worden geplaatst.

### **7.3.4 Aantal detectoren**

Ten minstens één detector behoort dicht bij de grond te worden geïnstalleerd in elke machinekamer of beschouwde verblijfsruimte en/of in de laagste ondergrondse ruimte.



### 7.3.5 Functie van de detector

De sensor behoort koudemiddeldeprivatie te detecteren en behoort volgens het gestelde in 7.3.6 en 7.3.7 te zijn.

### 7.3.6 Type en uitvoering van een detector

Iedere toepasselijke detector mag worden gebruikt en behoort een elektrisch signaal te geven bij een vooraf ingestelde waarde van de koudemiddelconcentratie (de 'preset'-waarde) die de afsluitkleppen, het alarmeringssysteem of de mechanische ventilatie activeert. Detectie van de 'preset'-waarde behoort te zijn gewaarborgd door rekening te houden met de gevoeligheid van de detector, inclusief een spanningstolerantie van +10/-10 %. De detector moet voldoen aan NEN-EN 45544-1.

### 7.3.7 Constructie en montage

De constructie van de detector behoort voldoende sterk te zijn om schade te voorkomen. De constructie en de montage van de detector behoren zo te zijn ontworpen dat toegang, controle en reparatie door een geautoriseerde persoon mogelijk is.

De detector behoort zo te worden geïnstalleerd dat zijn functie simpel kan worden geverifieerd.

De detector behoort te worden beschermd tegen de toegang van niet-geautoriseerde personen om veranderen of resetten van de 'preset'-waarde te voorkomen.

De detector blijft continu geactiveerd zolang de concentratie hoger is dan de alarmeringswaarde.

### 7.3.8 Overige ruimten

Bij aanspreken van het detectieniveau in overige ruimten behoort de koudemiddeltoevoer naar de in die desbetreffende ruimte opgestelde onderdelen van het koelsysteem te worden gestopt. Bij de aanwezigheid van competent personeel is handmatig afsluiten toegelaten, in het andere geval behoort het afsluiten automatisch te geschieden. De retourleiding naar de machinekamer behoort geopend te blijven, zodat zo snel mogelijk het nog aanwezige koudemiddel in die apparatuur wordt verplaatst naar de machinekamer en daarmee de uittreding van koudemiddel wordt beperkt.

### 7.3.9 Controle detectiesysteem

De eigenaar/beheerder van het koelsysteem behoort ten minste eenmaal per halfjaar het detectiesysteem op meetnauwkeurigheid en alarmeringsniveau te laten controleren. De specificatie van de vereiste periodieke controle en van het vereiste periodieke onderhoud behoort te zijn opgenomen in de gebruikershandleiding.

De controle behoort te worden uitgevoerd door de fabrikant, de leverancier of de installateur van het detectiesysteem of door een gespecialiseerd ijk- of controle-instituut. De resultaten van de controle behoren in het logboek te worden geregistreerd.

### 7.3.10 Locatie van afzuigpunten

De locatie van afzuigpunten behoort te worden gekozen in relatie tot het koudemiddel en ze behoren te worden geplaatst daar waar het gelekte koudemiddel zich zal verzamelen. Voor kooldioxide is dit dicht bij de grond en/of in de laagste ondergrondse ruimte. Zie ook 6.9.4.

## 7.4 Afsluitvoorzieningen

### 7.4.1 Algemeen

Voor ieder deel van de installatie dat automatisch kan worden afgesloten, behoort te worden nagegaan of een drukontlastklep behoort te worden aangebracht (zie ook NEN-EN 13136).

### 7.4.2 Handbediende afsluitvoorzieningen

Een met de hand bediende afsluiter behoort te voldoen aan het volgende (zie ook NEN-EN 12284):

- goed bereikbaar;
- onmiddellijk te bedienen;
- duidelijk herkenbaar;
- indien van toepassing, voorzien van een verwijzing naar het noodplan.

### 7.4.3 Automatische afsluitvoorzieningen

Automatische bediende afsluiters zijn automatisch werkende mechanisch bediende afsluiters die op afstand worden geactiveerd door bijvoorbeeld het aanspreken van detectie of het bedienen van de noodstop.

Automatische bediende afsluiters behoren 'fail safe' (sluiten bij energie-uitval) te zijn uitgevoerd. Het aandrijfmechanisme behoort in staat te zijn de afsluiter binnen 15 s bij het maximaal te verwachten drukverschil te sluiten en gesloten te houden. Het drukverschil wordt bepaald door de hoogste maximaal toelaatbare werkdruk van de installatiedelen aan weerszijden van de afsluiter. Het aandrijfmechanisme behoort, ook na langdurig bedrijf van het koelsysteem of onder invloed van ijsafzetting, op geen enkele wijze te worden geblokkeerd.

Een duidelijk zichtbare open-dicht-aanwijzing op de afsluiter is vereist.

Overbruggen van de automatische werking is toegelaten mits de beveiligende functie intact blijft.

Een automatische bediende afsluiter kan altijd in de plaats van een met de hand bediende uitvoering worden toegepast.

### 7.4.4 Plaatsing en aard van afsluitvoorzieningen

Plaatsing en aantal van de met de hand bediende afsluiters worden bepaald door de aard van de installatie en de mogelijkheid om bij een eventuele koudemiddellekkage de koudemiddeluitstroom aanzienlijk te beperken (bijvoorbeeld in de toevoer van platenvriezers met slangaansluiting).

Volgens NEN-EN 378-2+A2 moeten koelsystemen met een koudemiddelvulling boven 50 kg zijn voorzien van afsluitvoorzieningen om systeemcomponenten zoals vloeistofvaten, accumulatoren en badverdampers, af te sluiten.

Volgens NEN-EN 378-2+A2 moeten groepen componenten met een maximaal mogelijke totale hoeveelheid koudemiddel van meer dan 3 000 kg worden uitgerust met een functionele, op afstand bedienbare afsluitvoorziening in de vloeistofleiding. Deze voorziening behoort te sluiten in het geval dat de stroom uitvalt, bij lekdetectie of bij een noodstop. De voorziening behoort met de hand te kunnen worden bediend of, indien noodzakelijk, te zijn geïntegreerd in het noodstopstelsel.

### 7.4.5 Plaatsing van ontlastvoorzieningen voor koelsystemen

Daar waar vrijlaten in de atmosfeer het koudemiddel in een toestand op of beneden het driefasenpunt zou brengen, kan het koudemiddel vast worden. In dat geval behoort de plaatsing van drukontlastvoorzieningen en de daarmee verbonden leidingen zo te zijn ontworpen dat elke blokkering van de stroom van het koudemiddel wordt voorkomen (zie NEN-EN 378-2+A2, 6.2.6.6).

## 7.5 Veiligheids- en gezondheidssignalering

### 7.5.1 Algemeen

Volgens hoofdstuk 8 van het Arbeidsomstandighedenbesluit behoren op leidingen en delen van de installatie die kooldioxide bevatten een signalering te zijn aangebracht voorzien van het gevarensymbool 'verstikkende stoffen' volgens bijlage XVIII behorend bij artikel 8.10. Dit symbool behoort te worden aangevuld met extra informatie zoals de naam of de formule van het koudemiddel.

Deze signalering is niet beperkt tot leidingen maar is in het algemeen bij elke opstellingsplaats nodig.

Volgens NEN 3050 behoort de kleur van de markering op de leidingen geel (RAL 1004) te zijn.

Op elke installatie behoort het koudemiddel te worden aangegeven met het desbetreffende unieke R-nummer, eventueel aangevuld met de naam. Minimaal behoort dit te worden aangegeven bij het vulpunt van het koelsysteem. Worden meer koudemiddelen in één installatie toegepast, bijvoorbeeld in een cascadesysteem, maar niet hiertoe beperkt, dan behoort elk deel duidelijk herkenbaar op genoemde wijze te worden gecodeerd. Hierbij behoort de kans op verwisseling van koudemiddel te worden uitgesloten.

### 7.5.2 Diversen

Alle appendages en hoofdcomponenten behoren te zijn voorzien van een etiket met unieke codering in overeenstemming met het koeltechnisch schema.

De stromingsrichting van het koudemiddel behoort op de leiding te worden aangegeven.

### 7.5.3 Aantal signaleringen

In overzichtelijke situaties waar geen verwarring met andere (delen van) installaties mogelijk is, kan worden volstaan met één signalering of met een beperkt aantal signaleringen.

## 8 Bedrijfsvoering

### 8.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de eisen en werkzaamheden omschreven die nodig zijn voor het correct beheren van een installatie. Dit is de primaire taak en verantwoording van de eigenaar van de installatie die dit kan uitbesteden aan bevoegde personen of bedrijven. Correct beheren betekent alle benodigde stappen uitvoeren die ervoor zorgen dat een installatie veilig werkt en dat er veilig aan kan worden gewerkt.

In de volgende paragrafen worden de eisen en werkzaamheden nader uitgelegd.

Naast de in het vorige hoofdstuk beschreven technische veiligheidsvoorzieningen omvatten de veiligheidseisen een aantal organisatorische maatregelen. Hoewel de scheidslijn niet altijd even scherp is te trekken tussen de 'harde' en de 'zachte' voorzieningen/maatregelen, worden in dit hoofdstuk de niet direct (installatie)technische maatregelen beschreven.

## **8.2 Beheer**

### **8.2.1 Algemeen**

Een koelsysteem met kooldioxide wordt zo beheerd dat het optreden van onveilige situaties wordt voorkomen.

### **8.2.2 Competentie**

Volgens NEN-EN 378-4+A2 moeten personen die zijn belast met de bedrijfsvoering, het toezicht en het onderhoud van koelsystemen adequaat zijn geïnstrueerd en competent zijn om hun taken uit te voeren. Bij koelsystemen die meer dan 25 kg kooldioxide bevatten, behoort het desbetreffende personeel kennis te hebben van en ervaring te hebben met de wijze van functioneren, de bediening en de dag-tot-dagbewaking van het systeem.

### **8.2.3 Instructies van bedieningspersoneel**

Volgens NEN-EN 378-4+A2 moet voor de ingebruikneming van een nieuw koelsysteem zijn gegarandeerd dat het bedieningspersoneel op basis van de gebruikershandleiding is geïnstrueerd over:

- de constructie, het toezicht, de bediening en het onderhoud van het koelsysteem;
- de na te leven veiligheidsinstructies;
- de vereiste persoonlijke beschermingsmiddelen;
- de eigenschappen van en het omgaan met kooldioxide.

### **8.2.4 Toegang tot verblijfsruimten van klasse C (zie 5.2)**

Volgens NEN-EN 378-1+A2 moeten alle personen die toegang hebben tot verblijfsruimten die tot klasse C worden gerekend, aantoonbaar op de hoogte zijn van de gevaren en de algemene veiligheidsvoorzorgsmaatregelen.

## **8.3 Periodieke controles, onderhoud, keuringen en inspectie**

### **8.3.1 Activiteitenbesluit**

In het Activiteitenbesluit zijn regels opgenomen ten aanzien van het veilig functioneren, lekkage en energiezuinigheid van een installatie met meer dan 12 kg kooldioxide als koudemiddel. Er worden o.a. eisen gesteld aan periodieke keuringen door een onafhankelijk deskundig persoon.

### **8.3.2 Warenwetbesluit drukapparatuur**

Het Warenwetbesluit drukapparatuur stelt voor de risicocategorieën III en IV het volgende verplicht:

- keuring voor ingebruikneming;
- periodieke keuringen tijdens de gebruiksfase van de inwendige toestand (of passend onderzoek) en controle van de uitwendige toestand inclusief controle van het correct functioneren van de veiligheidsappendages.

Deze controles worden alleen door aangewezen keuringsinstellingen (AKI's) uitgevoerd.

### 8.3.3 Controle en inspecties

Volgens NEN-EN 378-4+A2 moet de eigenaar/beheerder ervoor zorgen dat preventief onderhoud van het koelsysteem regelmatig maar ten minste eenmaal per jaar plaatsvindt op de wijze zoals aangegeven in de gebruikershandleiding.

**Tabel 6 — Inspectie-intervallen**

<b>Inspectie-intervallen van koelsystemen met kooldioxide</b>	
<b>Inhoud kg</b>	<b>Aantal inspecties per jaar</b>
< 100	1
100 – 1 000	4
> 1 000	12

Het doel van deze controles en inspecties is het periodiek vastleggen van de status van de installaties. Hierbij behoren lektesten te worden uitgevoerd op delen die een verhoogd risico vormen, zoals losneembare aansluitingen, maar dit behoort niet te worden beperkt tot koppelingen, flenzen en draadverbindingen. Ook behoort een inspectie te worden uitgevoerd op de status van moeilijk bereikbare delen zoals verdampers, met betrekking tot lekkage en kans op lekkage.

De periodieke inspectie behoort ook betrekking te hebben op:

- het correct functioneren van het koelsysteem;
- de beveiligingen;
- de aanwezigheid van uitwendige corrosie;
- de preventie met betrekking tot het optreden van onveilige gebeurtenissen;
- de werking van een eventueel aanwezig noodstop- en alarmeringssysteem, koudemiddeldetectie en noodventilatie.

De bevindingen en werkzaamheden worden in het logboek genoteerd.

Kleine onvolkomenheden worden direct opgelost. Voor grotere onvolkomenheden wordt binnen twee weken na de inspectie een plan van aanpak aan de eigenaar/beheerder overlegd.

### 8.3.4 Uitvoering van de controles en inspecties

Onderhoudswerkzaamheden en periodieke inspecties behoren te worden uitgevoerd door competent personeel (NEN-EN 378-4+A2). Indien de periodieke controle samenvalt met de in het BARIM genoemde tweejaarlijkse keuring, door een onafhankelijk deskundige, dan behoren de regels van het Activiteitenbesluit te worden gevolgd.

### **8.3.5 Registratie en opvolging**

De bevindingen van de controles en later genomen maatregelen behoren in het logboek te worden geregistreerd (NEN-EN 378-2+A2). Hierbij zijn de eisen volgens het Activiteitenbesluit leidend.

### **8.3.6 Omgaan met kooldioxide als koudemiddel**

De werkgever is op grond van het Arbeidsomstandighedenbesluit verplicht een beleid te voeren dat erop is gericht de werknemers te beschermen tegen verstikkingsgevaar. Een werknemer is in dit verband niet alleen een medewerker van het bedrijf waar het koelsysteem staat opgesteld, maar ook een medewerker van een ingehuurd bedrijf, bijvoorbeeld een koeltechnisch installateur. Het Arbeidsomstandighedenbesluit (hoofdstuk 3, afd. 1 § 2a, art. 3.5g) omschrijft dit als volgt:

- 1) Indien kan worden vermoed dat de atmosfeer op een plaats of in een ruimte in zodanige mate stoffen bevat dat daardoor gevaar bestaat voor verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand of explosie, mag de werknemer zich alleen bevinden op die plaats of in die ruimte indien uit onderzoek blijkt dat het gevaar niet aanwezig is.
- 2) Indien uit het onderzoek, bedoeld in 1), blijkt dat gevaar voor verstikking, bedwelming, vergiftiging, brand of explosie aanwezig is, worden doeltreffende maatregelen genomen, zodat de werknemer zich zonder gevaren op die plaats of in die ruimte, bedoeld in 1), kan bevinden.

Voor aanvang van werkzaamheden behoort een taak-risicoanalyse (TRA) te worden opgesteld. Als blijkt dat de werkzaamheden risicovol zijn, behoren beheersmaatregelen te worden getroffen om het risiconiveau te verlagen.

Tijdens werkzaamheden aan het koelsysteem of aan de isolatie ervan bestaat een verhoogde kans op het ontstaan van brand door elektrische sluiting, slijpen, snijden, lassen, hardsolderen enz., alsmede door de toepassing van open vuur en roken. Voorzorgsmaatregelen zijn daarom noodzakelijk. Bij werkzaamheden waarbij koudemiddel vrij kan komen, behoort ervoor te worden gezorgd dat het koudemiddel zo veel mogelijk als nodig, is verwijderd.

De werkzaamheden behoren slechts te worden uitgevoerd met schriftelijke toestemming van de bedrijfsleiding (getekende werkvergunning). Deze vergunning geeft aan welke werkzaamheden zullen worden verricht, onder wiens toezicht deze worden verricht, welke maatregelen hierbij zijn genomen en gedurende welke periode de vergunning geldig is.

## **8.4 Toezicht**

### **8.4.1 Algemeen**

Het toezicht op een koelsysteem behoort zodanig te zijn ingericht dat bij een ongewone situatie adequaat handelen is gewaarborgd.

Volgens NEN-EN 378-4+A2 moet het personeel belast met toezicht duidelijk zijn geïnstrueerd op basis van de gebruikershandleiding.

Voor een alarmeringsstation en de voorwaarden aan een noodstop-en alarmeringssysteem, zie 7.2 van deze praktijkrichtlijn. Volgens NEN-EN 378-3+A2 moet gespecialiseerd personeel binnen 60 min na het alarm ter plaatse aanwezig zijn.

## **8.5 Gebruikershandleiding en logboek**

### **8.5.1 Warenwetbesluit drukapparatuur (WBDA)**

Volgens het WBDA is een gebruikershandleiding verplicht bij nieuwbouw en ingebruikneming. Als leidraad voor de inhoud ervan kan NEN-EN 378-2+A2 dienen.

Koelsystemen die zijn ingedeeld in een risicocategorie lager dan categorie I behoren te voldoen aan de criteria van goed vakmanschap. Een gebruikershandleiding en gebruiksspecificatie behoren aanwezig te zijn.

### 8.5.2 Logboek volgens NEN-EN 378-2+A2

De eigenaar/beheerder van een koelsysteem met een totale hoeveelheid vulling van meer dan 3 kg kooldioxide behoort een actueel logboek van het koelsysteem te bezitten.

Het logboek behoort te zijn opgesteld door de installateur en zich te bevinden bij de installatie van het koelsysteem.

In het logboek behoort de volgende informatie te worden geregistreerd:

- a) de onderhouds- en reparatiewerkzaamheden;
- b) de hoeveelheden koudemiddel die per keer zijn gebruikt voor vullen of aftappen van het systeem;
- c) veranderingen aan en vervangingen van componenten, aangegeven op het koeltechnisch schema;
- d) het resultaat van alle periodieke proeven en controles;
- e) significante perioden van buiten gebruik zijn.

Het logboek behoort door de eigenaar/beheerder in de machinekamer te worden bewaard of de gegevens behoren te worden opgeslagen in een computer met een uitdraai in de machinekamer. In het laatste geval behoort de informatie beschikbaar te zijn voor de competente persoon tijdens onderhouds- of controlewerkzaamheden.

## 8.6 Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)

### 8.6.1 Arbeidsomstandighedenbesluit

Werkgevers behoren te zorgen voor goede arbeidsomstandigheden. Op basis van de risico-inventarisatie en -evaluatie bepaalt de werkgever de te nemen maatregelen. In het algemeen geldt dat de volgende volgorde behoort te worden toegepast bij de te nemen maatregelen (ook wel arbeidshygiënische strategie genoemd).

- **Bronmaatregelen** – Een werkgever behoort eerst de oorzaak van het probleem weg te nemen.
- **Collectieve maatregelen** – Indien bronmaatregelen geen mogelijkheden bieden, behoort de werkgever collectieve maatregelen te nemen om risico's te verminderen. Bijvoorbeeld het plaatsen van een afscherming of een afzuiginstallatie.
- **Individuele maatregelen** – Indien collectieve maatregelen niet kunnen of ook (nog) geen afdoende oplossing bieden, behoort de werkgever individuele maatregelen te nemen. Bijvoorbeeld het werk zo organiseren dat werknemers minder risico lopen.
- **Persoonlijke beschermingsmiddelen** – Indien de eerste drie maatregelen geen effect hebben, behoort de werkgever de werknemer gratis persoonlijke beschermingsmiddelen te verstrekken. Bijvoorbeeld oorbeschermers en brillen.

In hoofdstuk 8 van het Arbeidsomstandighedenbesluit staan eisen ten aanzien van persoonlijke beschermingsmiddelen.

Volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit moeten werkgevers:

- persoonlijke beschermingsmiddelen gratis beschikbaar stellen;

- zorgen voor goede voorlichting over het gebruik en onderhoud ervan;
- aangeven waar persoonlijke beschermingsmiddelen moeten worden gebruikt;
- toezicht houden op het juiste gebruik;
- afspraken maken over onderhoud en vervanging.

En werknemers zijn verplicht:

- de verstrekte persoonlijke beschermingsmiddelen te gebruiken;
- deel te nemen aan voorlichting en instructie;
- persoonlijke beschermingsmiddelen op de juiste wijze te onderhouden en op te slaan.

### **8.6.2 Middelen bij ruimten waar installatiedelen zijn met kooldioxide als koudemiddel**

In de normale bedrijfssituatie zal kooldioxide zich in een gesloten systeem bevinden en niet uit de installatie kunnen komen. Onder bijzondere omstandigheden, bijvoorbeeld bij een defect, kan kooldioxide uit de installatie komen.

PBM's die beschermen tegen kooldioxide bestaan niet.

Aan de buitenzijde van een betreedbare ruimte behoort bij elke toegangsdeur op een display de concentratie kooldioxide zichtbaar te zijn.

In ruimten waar mensen aanwezig kunnen zijn en waar de concentratie van TGG 8 h (Europese Indicatiegrenswaarde) kan worden overschreden behoort op basis van detectie een ruimtealarm af te gaan bij overschrijding van de detectiewaarden:

- ondergrens TGG 8 h (voorheen MAC-waarde):  $9\ 000\ \text{mg/m}^3$  (5 000 ppm)  
Inschakeling alarmsysteem beperkt. Ventilatie behoort te worden geactiveerd, toevoer van kooldioxide naar de installatiedelen in de betreffende ruimten behoort te worden gesloten. (Dit hoeft niet automatisch te gebeuren.)
- bovengrens 50 % praktische limiet NEN-EN 378-1+A2:  $50\ 000\ \text{mg/m}^3$  (27 800 ppm) = AGW  
Ventilatie en alarm worden automatisch ingeschakeld en de installatie wordt stilgelegd.  
Zodra het alarm afgaat, behoort de ruimte zo spoedig mogelijk te worden verlaten.

De ruimte behoort daarna alleen nog te worden betreden door mensen die bevoegd zijn om onafhankelijke adembescherming te dragen. Bijvoorbeeld hulpverleningsdiensten.

Bij de koude ruimten van de installatie behoren PBM's ten behoeve van bescherming tegen koude aanwezig te zijn.

### **8.6.3 Middelen voor monteurs die werken aan installaties met kooldioxide als koudemiddel**

Monteurs die werken aan een installatie met kooldioxide als koudemiddel behoren altijd een persoonlijk gasmeetapparaat bij zich te dragen dat de CO<sub>2</sub>-concentratie en, eventueel aanvullend, de O<sub>2</sub>-concentratie meet.

De CO<sub>2</sub>-sensor behoort een alarm te activeren bij:

- alarm 1: TGG 15 min: 1,5 vol %  
Binnen 15 min de ruimte verlaten.
- alarm 2: AGW 3,0 vol %  
Ruimte direct verlaten.



Let op: de waarde kan snel oplopen, als alarm 1 afgaat, kan bij snel oplopen binnen 15 min alarm 2 al zijn geactiveerd.

De O<sub>2</sub>-sensor behoort een alarm te activeren bij:

- alarm: 18 vol % zuurstof of lager  
Ruimte direct verlaten.

In gevallen dat vluchten lastig is of wanneer er door de locatie extra gevaar aanwezig is, behoort de monteur minimaal te zijn uitgerust met een vluchtmasker dat gedurende 15 min zuurstof afgeeft. Voorbeelden van dergelijke situaties zijn:

- kruipruimten;
- tussenplafonds;
- belemmerde vluchtroute;
- besloten ruimten;
- hoogten in cellen.

Naast deze middelen in het kader van kooldioxide behoort de monteur uiteraard te beschikken over de gebruikelijke bescherming tegen koude.

#### **8.6.4 Ruimten betreden waar het kooldioxidepercentage te hoog is en/of het zuurstofpercentage te laag is**

Ruimten waar het kooldioxidepercentage te hoog is en/of het zuurstofpercentage te laag is, behoren alleen te worden betreden door personen met onafhankelijke adembescherming, niet zijnde het vluchtmasker dat 15 min zuurstof genereert. Deze personen behoren bevoegd en opgeleid te zijn voor het dragen van onafhankelijke adembescherming.

### **8.7 Noodplan en instructie**

Volgens artikel 15 van de Arbwet is elke werkgever of organisatie in Nederland verplicht een calamiteitenplan (bedrijfsnoodplan) en een bedrijfshulpverleners (bhv'er) te hebben.

Afgestemd op de omvang, het personeelsbestand en de organisatie van de inrichting waarbinnen het koelsysteem is gelegen, behoort in een op schrift gestelde instructie het volgende te zijn geregeld:

- a) het aanstellen van een verantwoordelijke persoon binnen de inrichting die de interne leiding heeft bij het oplossen van noodsituaties Vaak zal dit de bedrijfshulpverlener zijn;
- b) het opzetten van een meldingssysteem waarmee de juiste personen worden opgeroepen. Zo nodig worden leden van het eigen personeel opgeroepen dan wel de installateur en/of externe hulpverlenende diensten (brandweer);
- c) de instructies die betrekking hebben op de bedrijfsgebonden handelingen;
- d) de instructies aan het niet-technische personeel dat werkzaam is in de nabijheid van het incident. Dit kan onder andere een ontruimingsinstructie zijn die mede geldt voor niet-bedrijfsgebonden personen (bezoekers);
- e) het afstemmen van verantwoordelijkheden en bevoegdheden van personen die handelend moeten optreden. Dit kunnen eigen personeelsleden zijn, personeel van de installateur en/of de hulpverlenende dienst (brandweer);

- f) het geven van voorlichting aan personeel en publiek omtrent hoe te handelen in noodsituaties, o.a. door middel van een duidelijk leesbare kaart met, naast gegevens over het koudemiddel en de hoeveelheid en de maximaal toelaatbare druk, instructies voor afschakeling van het koelsysteem in geval van nood plus adressen/telefoonnummers van relevante partijen.

De instructie behoort jaarlijks te worden geoefend.

## **8.8 Terugwinning, hergebruik en afvoer**

Kooldioxide als koudemiddel kan worden teruggewonnen, afgeblazen dan wel afgevoerd. Bij al deze handelingen behoren de benodigde veiligheidsmaatregelen in acht te worden genomen.

Hierbij behoort aandacht te worden besteed aan de milieuaspecten en eisen met betrekking tot de mogelijke aanwezigheid van (compressor)olie en andere verontreinigingen in het te verwijderen kooldioxide.

Kooldioxide mag op veilige wijze worden afgeblazen in de atmosfeer en hoeft niet te worden teruggewonnen of te worden afgevoerd.

Alleen daartoe competente personen voorzien van de juiste veiligheidsinstructies behoren zich bezig te houden met werkzaamheden die betrekking hebben op de afbraak of het hergebruik van koelsystemen of onderdelen ervan (bijvoorbeeld filters, drogers, isolatiemateriaal, koudedragers e.d.) en kooldioxide. Afblazen, afvoer of hergebruik behoort op de juiste wijze te geschieden.

## **9 Competenties en certificering van vakbekwaamheid**

### **9.1 Algemeen**

In dit hoofdstuk komen de eisen aan de orde die worden gesteld aan de vakbekwaamheid van het personeel en het bedrijf dat werkt met kooldioxide.

### **9.2 Personeelscategorieën**

#### **9.2.1 Algemeen**

Voor de vakbekwaamheid van personeel dat bij koelsystemen met kooldioxide een rol vervult kan onderscheid worden gemaakt tussen de volgende categorieën personeel: <sup>3)</sup>

- a) ontwerpers, adviseurs en inspecteurs;
- b) installatie- en onderhoudspersoneel;
- c) bedienend personeel;
- d) onafhankelijke deskundige personen volgens het Activiteitenbesluit;
- e) hulpverleningsdiensten.

De desbetreffende personen, belast met ontwerp, installatie, onderhoud en/of controle van de koeltechnische installatie, behoren aantoonbaar te beschikken over voldoende vakkennis, zodat zij veilig en gezond kunnen werken aan een installatie voorzien van kooldioxide. Zij behoren in staat te zijn de daaraan verbonden gevaren te onderkennen en te voorkomen.

---

3) Ook de aanvullende bevoegdheid voor de betrokkenen in verband met de andere werkzaamheden (bijvoorbeeld lassen enz.) zijn noodzakelijk. Het bedrijf van de werknemer ziet toe op de aanwezigheid van beschikbare bevoegdheden van deze personen.

### 9.2.2 Ontwerpers, adviseurs en inspecteurs

De koeltechnisch installateur en/of adviseur (rechtspersoon) die betrokken is bij het ontwerp van koelsystemen met kooldioxide met bijbehorende veiligheidsvoorzieningen en opstellingsdetails behoort er zorg voor te dragen dat er een interne procedure is die borgt dat personen, die deze werkzaamheden uitvoeren, vakbekwaam zijn en werken volgens protocollen en internationaal geaccepteerde ontwerpnormen.

De koeltechnisch installateur en/of adviseur behoort verder te beschikken over een overzicht van actuele exemplaren van relevante wet- en regelgeving evenals normen voor de uitvoering van projecten. Voorts behoort de koeltechnisch installateur en/of adviseur het belang van deze eisen binnen de organisatie kenbaar te maken en de naleving ervan te waarborgen.

Inspecteurs die in dienst zijn van de koeltechnisch installateur en koudesystemen met kooldioxide inspecteren volgens 8.3 behoren geen inspecties uit te voeren zoals genoemd in het Activiteitenbesluit. Met betrekking tot de vakbekwaamheid van deze inspecteurs blijven de omschrijvingen zoals hierboven gegeven voor ontwerpers en adviseurs van kracht.

### 9.2.3 Installatie- en onderhoudspersoneel

Installatie- en onderhoudspersoneel dat betrokken is bij het aanleggen, wijzigen, herstellen, onderhouden, demonteren en/of verwijderen van koelsystemen met kooldioxide en de bijbehorende veiligheidsvoorzieningen behoort er zorg voor te dragen dat personen (natuurlijke personen), die deze werkzaamheden verrichten, over aangetoonde kennis en kunde beschikken in de vorm van een vakbekwaamheidscertificaat dat is afgegeven door of in opdracht van de desbetreffende brancheorganisatie.

De door de branche in te richten commissie ten behoeve van de vakbekwaamheid behoort uit voldoende deskundigen te bestaan uit de betrokken branches, toeleveringsbedrijven, arbodeskundigheidsorganisaties enz., waardoor een brede samenstelling wordt gerealiseerd.

Het vakbekwaamheidscertificaat wordt afgegeven na een met goed gevolg afgelegd theorie- en praktijkexamen gebaseerd op NEN-EN 13313, waarbij de examenopgaven worden gebruikt die door een aangewezen examencommissie zijn vastgesteld. Het waarborgen van de gewenste kwaliteiten behoort door een, van de branche onafhankelijke, waarborgcommissie te worden vastgesteld.

Tevens behoort installatie- en onderhoudspersoneel:

- bekend te zijn met de specifieke persoonlijke beschermingsmiddelen en richtlijnen voor het veilig werken met een koelsysteem met kooldioxide;
- deze middelen periodiek te controleren;
- periodiek te oefenen in het juiste gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen en richtlijnen.

### 9.2.4 Bedienend personeel

Eigenaren, beheerders en gebruikers van inrichtingen waar koelsystemen met kooldioxide staan opgesteld behoren ervoor te zorgen dat er een interne procedure is die de verplichte vakbekwaamheidseisen van het bedienend personeel van het koelsysteem met kooldioxide borgt, op basis van het 'voorlichting en onderricht'-artikel uit het Arbeidsomstandighedenbesluit.

Bedienend personeel dat werkzaamheden verricht aan koelsystemen met kooldioxide waarvan de inhoud meer is dan 12 kg (inspectieplichtig) behoort over aantoonbare kennis en kunde te beschikken in de vorm van een vakbekwaamheidscertificaat dat is afgegeven door of in opdracht van de desbetreffende brancheorganisatie.

### 9.2.5 Onafhankelijk deskundig persoon volgens het Activiteitenbesluit

In bijlage C wordt een advies voor kwalificatie gegeven.

### **9.2.6 Hulpverleningsdiensten**

Hulpverleners behoren kennis over koudesystemen tot zich te nemen op basis van het OTO-principe (opleiden, trainen en oefenen) zodat bij calamiteiten snel en adequaat kan worden gehandeld. Daarmee kan gevaar beter worden herkend en kunnen gevolgen worden beperkt.

Zij behoren op de hoogte te zijn van de contactgegevens van vakbekwame, gecertificeerde personen die bij een calamiteit (koel)technische ingrepen op het koelsysteem kunnen doen.

Bedrijfshulpverleners die een arbeidsrelatie hebben met eigenaren, beheerders en gebruikers van een inrichting waar koelsystemen staan opgesteld, behoren te zijn geoefend om doeltreffend en adequaat hulp te kunnen verlenen bij incidenten met koelsystemen met kooldioxide.

De mate van hulp hangt af van de aard van de risico's en de te verrichten hulpwerkzaamheden, met inbegrip van het op veilige wijze kunnen ontruimen van een bedrijfs onderdeel dat is getroffen of wordt bedreigd.

### **9.3 Onderhoud van vakbekwaamheid**

Het bedrijf waar de werknemer in dienst is, is verantwoordelijk voor het actueel houden van de kennis en vaardigheden van de werknemer.

Onderdeel hiervan is de bevoegdheid van het bedrijf om, als aanvulling op het certificaat, de werknemer te verplichten om periodieke bijscholing te volgen en tevens tot het regelmatig werken met het desbetreffende koudemiddel.

Minimaal elke vijf jaar behoort een proeve van bekwaamheid te worden afgelegd op basis van het eerder afgelegde examen. Dit behoort te gebeuren door dezelfde of een, door de waarborgcommissie vastgestelde, gelijkwaardige opleidings- en/of examenorganisatie. De periode van vijf jaar kan door de branche worden gewijzigd.

## Bijlage A

### Eigenschappen van kooldioxide

#### A.1 Stofgegevens, eigenschappen en andere kenmerken van kooldioxide

In tabel A.1 is een overzicht gegeven van stofgegevens, eigenschappen en andere kenmerken van kooldioxide.

**Tabel A.1 — Stofgegevens, eigenschappen en andere kenmerken van kooldioxide**

<b>Koudetechnische code R744</b>			
Handelsnaam	Koolstofdioxide	Verz. druk bij 20 °C [bar]	57,3
EU-nummer	204-696-9	Smeltpunt [°C]	-79
CAS-nummer	124-38-9	Verh. spec. vol. met lucht bij 1 013 mbar, 20°C, lucht = 1	1,5
Chemische formule	CO <sub>2</sub>	Praktische limiet NEN-EN 378-1+A2 [mg/m <sup>3</sup> ]	100 000
Mol. massa [g/mol]	44,0	Veiligheidsgroep NEN-EN 378-1+A2	A1
Toestand bij 1 013 mbar, 20 °C	Gas	Vloeistofgroep PED	2
Kleur	Kleurloos gas	Gevaar voor waterkwaliteit	Niet watergevaarlijk
Krit. temp. [°C]	31	Wettelijke grenswaarde [mg/m <sup>3</sup> ]	9 000
Krit. druk [bar]		AGW [mg/m <sup>3</sup> ]	50 000
Verz. temp. bij 1 bar [°C]	-79		

Kooldioxide is niet giftig, niet brandbaar, niet explosief, maar wel verstikkend.

Kooldioxide wordt ook 'koolzuur' genoemd.

Kooldioxide heeft een tripelpunt of driefasenpunt waar zowel gas, vloeistof als vaste stof gelijktijdig voorkomen. Het tripelpunt ligt bij 5,2 bar en bij een verzadigingstemperatuur van -56 °C.

Dit betekent dat kooldioxide als vaste stof ergens aanwezig kan zijn tijdens een lekkage. Als de druk weer oploopt tot boven 5,2 bar wordt het kooldioxide weer vloeibaar. Hierdoor kan een lek in een kooldioxidesysteem onregelmatig vloeibare of gasvormige CO<sub>2</sub> spuiten.

#### A.2 Gevaren van kooldioxide

Kooldioxide toegevoegd aan lucht, bijvoorbeeld bij lekkages, gedraagt zich ten opzichte van de lefeigenschappen van lucht anders dan andere gassen.

Lichaamscellen produceren kooldioxide als afvalproduct van de stofwisseling; extra inspanning levert extra koolzuur, dat via het bloed en de huid wordt afgevoerd. Om kooldioxide af te kunnen voeren moet het lichaam dit naar buiten 'pompen'.

Bij lekkage van kooldioxide stijgt de concentratie van kooldioxide in de lucht en daarmee de partiële druk. Hierdoor wordt het drukverschil met de 'afvoerdruk' van het lichaam kleiner.

Bij toename van de meeste andere 'vreemde' gassen in de lucht, worden gassen waaruit de lucht normaal is samengesteld, ook kooldioxide, verdrongen door dat vreemde gas en daalt ook de partiële dampspanning van kooldioxide.

Kooldioxide verlaagt de zuurgraad (pH) van het bloed, die door het lichaam nauwkeurig tussen 7,35 en 7,45 wordt gehouden. Dreigt de pH te ver te dalen, dan grijpt het ademhalingscentrum in de hersenen in door het versnellen en verdiepen van de ademhaling. Hoewel kooldioxide in de atmosfeer voorkomt, is het in hogere concentraties verstikkend.

Kooldioxide is zwaarder dan lucht en kan zich ophopen in putten, kelders en andere diepere ruimten.

Kooldioxide heeft de volgende effecten op mensen, gemeten naar volumepercentage in lucht:

- 0,039 % Kooldioxidegehalte in de atmosfeer op zeeniveau;
- 0,5 % Wettelijke grenswaarde = 9 000 mg/m<sup>3</sup>;
- 1 % Slecht geventileerde drukke (werk)ruimte. Sufheid bij langere blootstelling;
- 1,5 % Versnellen en verdiepen van de ademhaling;
- 2 % Licht narcotisch effect, toename van bloeddruk en polssnelheid, afname van het gehoor;
- 4-5 % Kooldioxidegehalte in uitgeademde lucht. Veroorzaakt naast bovengenoemde effecten ook duizeligheid, verwarring en een gevoel van ademnood bij langere blootstelling. Uiteindelijk raakt men bewusteloos. Vanaf een concentratie van 5 % kunnen ook paniekaanvallen voorkomen, door de invloed van kooldioxide op de amygdala <sup>4)</sup>;
- 8 % Hoofdpijn, zweten, verlies van gezichtsvermogen en krampen. Bewusteloosheid na 5 min tot 10 min, gevolgd door de dood na 30 min tot een uur;
- ≥ 20 % Bewusteloosheid na enkele ademteugen, snel gevolgd door ademstilstand. Dood na enkele minuten.

Kooldioxide is verstikkend.

---

4) De amygdala is het 'schakelbord' van het limbisch systeem, de middenhersenen. Het geeft zenuwsignalen door die te maken hebben met emoties en stress. Het speelt een grote rol bij bedeesd gedrag en het schat de mate van dreiging in.

## Bijlage B

### Omrekening van ppm naar mg/m<sup>3</sup>

De relatie tussen volumeprocenten en 'parts per million' (ppm) kan als volgt worden berekend:

$$1 \text{ ppm} = \frac{1}{1\,000\,000} \times 100 \% = \frac{1}{10\,000} = 0,0001 \%$$

De relatie tussen 'parts per million' (ppm) en milligram per kubieke meter kan als volgt worden berekend:

$$1 \text{ ppm} = \frac{273 \text{ K} \times \text{molecuulmassa}}{22,4 \times \text{temperatuur (K)}} [\text{mg/m}^3] \text{ kooldioxide} = 1,833 \text{ mg/m}^3 \text{ bij } 20 \text{ }^\circ\text{C} \text{ en } 1\,013 \text{ mbar}$$

In de laatste formule is de invloed van de temperatuur op de omrekening aangegeven.

## **Bijlage C**

### **Onafhankelijk deskundig persoon volgens het Activiteitenbesluit (advies voor kwalificatie)**

De persoon die keuringen verricht zoals gesteld in het Activiteitenbesluit behoort over aantoonbare kennis en kunde te beschikken in de vorm van een vakbekwaamheidscertificaat met betrekking tot koelsystemen met kooldioxide.

Deze persoon behoort als onafhankelijke partij op te treden.



## Bibliografie

- [1] *NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties Database (REFPROP):* Version 9.0 (www.nist.gov)
- [2] Kenniscentrum Infomil voor overheidsrichtlijnen, www.infomil.nl
- [3] VDMA 24020-4:2011 *Betriebliche Anforderungen an Kälteanlagen, Teil 4, Kälteanlagen mit Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub> – R744)*
- [4] Chemiekaarten 27e editie 2012. *Gegevens voor veilig werken met chemicaliën*, uitgave van TNO/Sdu Uitgevers
- [5] Richtlijn 2006/42/EG van het Europees Parlement en de Raad van 17 mei 2006 betreffende machines en tot wijziging van Richtlijn 95/16/EG (Machinerichtlijn)
- [6] Richtlijn 97/23/EG van het Europees Parlement en de Raad van 29 mei 1997 inzake de onderlinge aanpassing van de wetgevingen van de lidstaten betreffende drukapparatuur (Richtlijn drukapparatuur)