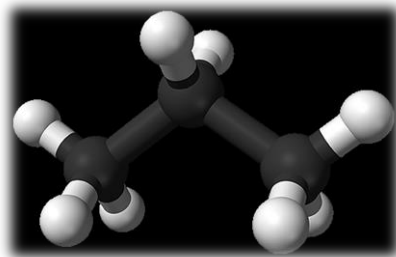


WERKVOORSCHRIFT



Veilig werken met koolwaterstoffen
als koudemiddel in koelinstallaties
en warmtepompen



Versie 1.0

12 januari 2018

Inhoud

Verantwoording	- 3 -
Disclaimer	- 3 -
1. Inleiding.....	- 4 -
2. Activiteitenbesluit en Warenwetbesluit Drukapparatuur	- 5 -
3. Gevarezone-indeling	- 5 -
4. Veiligheidsmaatregelen.....	- 6 -
4.1 Noodstop- en alarmeringssysteem.....	- 6 -
4.2 Detectie	- 7 -
4.3 Aarding	- 8 -
4.4 Overige veiligheidsvoorzieningen.....	- 8 -
5. Markering, kenplaat en gebruikershandleiding.....	- 8 -
5.1 Markering	- 8 -
5.2 Kenplaat.....	- 9 -
5.3 Gebruikershandleiding.....	- 9 -
6. Werken aan de koelinstallatie	- 9 -
6.1 Verplichtingen werkgever en explosie veiligheidsdocument.....	- 9 -
6.2 Drie hoofdcategorieën werkzaamheden	- 10 -
6.3 Werken aan installaties met koolwaterstoffen binnen gevarezone klasse 1 of 2	- 11 -
6.4 Werken aan installaties met koolwaterstoffen buiten gevarezone klasse 0, 1 of 2	- 11 -
6.5 Service en herstelwerkzaamheden aan het koelsysteem	- 12 -
6.6 Specifieke instructies voor vullen van koudemiddel in koelinstallaties	- 14 -
6.7 Specifieke instructies voor lekzoeken.....	- 15 -
6.8 Specifieke instructies voor afblazen, afzuigen en terugwinnen van koudemiddel.....	- 16 -
7. Competentie van personeel	- 18 -
7.1 Personeelscategorieën en gelijkwaardigheid.....	- 18 -
7.2 Installatie- en onderhoudspersoneel.....	- 19 -
7.3 Bedienend personeel.....	- 19 -
7.4 Onderhoud van vakbekwaamheid.....	- 19 -
8. Kenniskring Propaan	- 20 -
Bijlage 1: Gevarezone-indeling: vaststelling, beslissingsschema en vorm	- 21 -
Bijlage 1.1 Vaststelling van de gevarezone-indeling en beslissingsschema	- 21 -
Bijlage 1.2 Vorm en afmetingen van de gevarezone	- 23 -



Verantwoording

Dit Werkvoorschrift is tot stand gekomen onder auspiciën van de Koninklijke Nederlandse Vereniging voor Koude (KNVvK). De totstandkoming is mede mogelijk gemaakt dankzij een financiële bijdrage van de Stichting Gustav Lorentzen.

Reacties op en vragen over dit Werkvoorschrift kunnen worden gestuurd naar info@knvbk.nl.

Disclaimer

Dit Werkvoorschrift is van informatief karakter en geen handboek waarop het ontwerp van een koelinstallatie kan worden gebaseerd, en heeft niet de pretentie volledig te zijn. Gebruikmaking van dit Werkvoorschrift ontslaat niemand van de verplichting om kennis te nemen van geldende wetgeving, normen en richtlijnen die relevant kunnen zijn voor de toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel, noch van de noodzaak een specifieke risicoanalyse of explosieveiligheidsstudie uit te voeren indien dit volgens wet- en regelgeving noodzakelijk of gewenst is.

Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet worden uitgesloten. De KNVvK, de betrokken auteurs en de deelnemers aan de Kenniskring Propaan aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade ontstaan door of verband houdend met toepassing van door de KNVvK gepubliceerde uitgaven.

1. Inleiding

Het gebruik van koolwaterstoffen, voor zover die ook vrij in de natuur voorkomen, heeft vanuit het oogpunt van milieu grote voordelen. Dit Werkvoorschrift heeft dan ook tot doel de toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel zoveel mogelijk te stimuleren, met inachtneming van de veiligheidsaspecten die kleven aan het gebruik van deze koolwaterstoffen.

De veiligheidsaspecten die een rol spelen bij de toepassing van koolwaterstoffen in koelsystemen en warmtepompen vormen onderdeel van EN 378: Koelsystemen en warmtepompen – veiligheids- en milieueisen. In deze Europese norm zijn koolwaterstoffen ingedeeld in brandbaarheidsklasse A3. EN 378 is in en buiten Europa breed geaccepteerd als de leidende norm voor koelinstallaties en warmtepompen. EN 378 is in 2016 ingrijpend gereviseerd.

De Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR 7600:2013 - Koolwaterstoffen als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen, bouwt voort op EN 378 en nationale wet- en regelgeving. Sinds de publicatie van deze NPR in 2001 is deze in de praktijk veelvuldig gebruikt en heeft zijn meerwaarde bewezen; in de herziening van 2013 zijn voortschrijdende inzichten vanuit de praktijk en wijzigingen in wetgeving en normen verwerkt.

Sinds het verschijnen van NPR 7600:2013 is het aantal toepassingen van koolwaterstoffen als koudemiddel aanzienlijk toegenomen. Ook zijn wetgeving en normen sindsdien gewijzigd, waardoor op een aantal details onduidelijkheid en verwarring zijn ontstaan. De toepassingspraktijk heeft daarom een dringende behoefte aan ondersteunende adviesdocumenten waarin voortschrijdende inzichten zijn verwerkt. Onder auspiciën van de KNVvK zijn Werkvoorschriften opgesteld die aan deze praktijkbehoefte invulling geven. Deze Werkvoorschriften zijn bedoeld om bij te dragen aan een verstandige afgewogen balans tussen alle, vaak conflicterende en inconsistente (voorlopige) normen en richtlijnen, en het voortschrijdend inzicht uit de praktijk.

De Werkvoorschriften zijn gebaseerd op bestaande Nederlandse en Europese wetgeving, normen, normontwerpen en richtlijnen, alsmede op “good engineering practice” en ervaringen uit de praktijk. Met nadruk wordt erop gewezen dat deze Werkvoorschriften niet zijn gebaseerd op een afweging tussen de technische risico’s die samenhangen met het toepassen van koolwaterstoffen in koelinstallaties en warmtepompen, en de (al dan niet acceptabele of geaccepteerde) risico’s die samenhangen met andere (vergelijkbare) risicovolle activiteiten.

In deze serie worden KNVvK Werkvoorschriften gepubliceerd voor:

- Inpandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel
- Stationaire detectoren voor koolwaterstoffen als koudemiddel
- Veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel
- Specifieke eisen aan de kwaliteit van hardsolderen bij installaties met koolwaterstoffen als koudemiddel

Zodra een herziene versie van NPR 7600:2013 is gepubliceerd, wordt besloten of deze Werkvoorschriften worden ingetrokken, dan wel in aangepaste vorm worden gecontinueerd.

Opmerking: in deze Werkvoorschriften worden de termen “koelinstallatie” en “koelsysteem” door elkaar gebruikt, omdat dit in de onderliggende wetgeving, normen en richtlijnen ook het geval is; daar waar koelinstallaties of koelsystemen worden genoemd, worden tevens warmtepompen en airconditioning systemen bedoeld.

Dit onderhavige Werkvoorschrift gaat in op het veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel. De inhoud is met name gebaseerd op interne werkvoorschriften van een aantal toonaangevende koeltechnische installatiebedrijven die langjarige ervaring hebben in het werken aan koelinstallaties met koolwaterstoffen als koudemiddel.

Dit Werkvoorschrift betreft koelinstallaties en warmtepompen met een vulling beneden 100 kg op een locatie waar geen extra beperkende maatregelen op het gebied van explosieveiligheid gelden.

Voor installaties \geq 100 kg met koolwaterstoffen (o.a. propaan, butaan, pentaan) of mengsels geldt te allen tijde de verplichting tot een omgevingsvergunning milieu en dient de opdrachtgever een milieuvergunningetraject te doorlopen. Voor elke handeling of werkzaamheden die aan dergelijke installaties verricht moeten worden, dient een RI&E gemaakt te worden om de gevaren te beoordelen en dienen deze afgestemd te worden met de verantwoordelijken van de installatie/locatie.

NPR 7600:2013 -Toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel in koelsystemen en warmtepompen- is van toepassing op nieuwe koelsystemen met koolwaterstoffen als koudemiddel (gevaarklasse A3) en op uitbreidingen en modificaties van bestaande installaties.

NPR 7910-1:2010+C1:2012 -Gevarenzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar Deel 1: Gasexplosiegevaar, gebaseerd op NEN-EN-IEC 60079-10-1:2009, is van toepassing voor gevaarzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar.

In aanvulling op het onderhavige Werkvoorschrift wordt in het KNVvK Werkvoorschrift -Inpandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel- ingegaan op definities en details van buitenopstelling en inpandige opstelling van koelinstallaties en -delen.

2. Activiteitenbesluit en Warenwetbesluit Drukapparatuur

In het Activiteitenbesluit zijn regels opgenomen ten aanzien van het veilig functioneren, lekkage en energiezuinigheid van een installatie met meer dan 5 kg koolwaterstoffen als koudemiddel. Er worden o.a. eisen gesteld aan periodieke controles door een competent persoon en preventief onderhoud van de installatie. Dit is de verantwoordelijkheid van de eigenaar/gebruiker, die ook een algemene zorgplicht heeft voor alle installaties met koolwaterstoffen, ongeacht de inhoud.

Afhankelijk van de categorie van de installatieonderdelen en het samenstel (de gehele koelinstallatie) vereist het Warenwetbesluit Drukapparatuur 2016 inspecties en keuringen door een daartoe geaccrediteerde Conformiteitsbeoordelingsinstantie (CBI), voor nieuwbouw, voor ingebruikname en periodiek tijdens de gebruiksfase.

3. Gevaarzone-indeling

De gevaarzone-indeling is een methode om plaatsen waar een explosieve atmosfeer kan voorkomen te analyseren en te classificeren. Een arbeidsplaats kan daardoor worden verdeeld in gevaarlijke en niet-gevaarlijke gebieden. Een niet-gevaarlijk gebied is een gebied waar explosieve gasmengsels niet in zodanige hoeveelheden voorkomen dat maatregelen ten aanzien van ontstekingsbronnen vereist zijn. Een gevaarlijk gebied is een gebied waar explosieve gasmengsels in zodanige hoeveelheden aanwezig kunnen zijn dat maatregelen ten aanzien van ontstekingsbronnen vereist zijn. Om de aard van die maatregelen te bepalen wordt het gevaarlijke gebied ingedeeld in zones waarbij drie soorten te onderscheiden zijn: zone 0, zone 1 en zone 2. Er zijn meerdere varianten van omschrijvingen van zones in omloop. In de tabel hieronder is de omschrijving uit NPR 7600:2013 opgenomen (bron: NPR 7910-1+C1:2012).

Aan de hand van frequentie en tijdsduur van hun werking worden de gevaarbronnen ingedeeld in continue, primaire en secundaire gevaarbronnen.

Tabel - Indeling van explosiegevaarlijke plaatsen in zonesoorten

Zone	Omschrijving
0	Plaats waar een explosief gasmengsel voortdurend of gedurende lange perioden aanwezig is (meer dan 10 % van de bedrijfsduur van een installatie of van de duur van een activiteit)
1	Plaats waar de kans op aanwezigheid van een explosief gasmengsel onder normaal bedrijf groot is (tussen 0,1 % en 10 % van de bedrijfsduur van een installatie of van de duur van een activiteit)
2	Plaats waar de kans op aanwezigheid van een explosief gasmengsel gering is en slechts gedurende korte tijd (minder dan 0,1 % van de bedrijfsduur van een installatie of van de duur van een activiteit)

Normaliter is de locatie met een koolwaterstoffen installatie bekend en is door middel van een risicoanalyse de gevarezone reeds vastgesteld. De betreffende unit dient gemarkeerd te zijn door een veiligheidssignalering zoals bijvoorbeeld "ontvlambare stoffen" en "verboden te roken".

Opmerking: De installateur dient de opdrachtgever altijd te wijzen op de verplichting in het Arbeidsomstandighedenbesluit dat er een gevarezone-indeling dient te zijn.

In gevallen waar nog geen gevarezone-indeling is gemaakt kan voor informatie en oriëntatie het aangepaste en vereenvoudigde schema worden gebruikt dat is gebaseerd op NPR 7910 en Bijlage C uit NPR 7600. Dit schema is in Bijlage 1 van dit Werkvoorschrift opgenomen.

4. Veiligheidsmaatregelen

4.1 Noodstop- en alarmeringssysteem

De elektrische stroomvoorziening van een koelsysteem moet zo worden uitgevoerd dat die kan worden uitgezet onafhankelijk van de elektriciteitsvoorziening naar andere elektrische apparatuur in het algemeen en, in het bijzonder, naar ieder verlichtingssysteem, iedere ventilatie-eenheid, alarm- en veiligheidsvoorzieningen. Hiermee kan in noodsituaties en bij servicewerkzaamheden de installatie worden uitgeschakeld (stroomloos).

Bij installaties met een inhoud van meer dan 5 kg koolwaterstoffen dient een noodstop- en alarmeringssysteem te worden toegepast om het koelsysteem op een snelle en veilige wijze uit bedrijf te kunnen nemen..

Noodstopstelsel

Noodstopknoppen dienen te worden voorzien van de tekst "NOODSTOP KOELSYSTEEM" (functieaanduiding)
Het noodstopstelsel:

KNVvK WERKVOORSHRIJFT - - [Veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel](#)

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

Alarmeringssysteem

Het alarmeringssysteem behoort een hoorbaar (NEN-EN 378-3+A2: 15 dB(A) boven achtergrondniveau) en zichtbaar (NEN-EN 378-3+A2: flinkerende 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. 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.

4.2 Detectie

Een detector voor een koolwaterstof koudemiddel moet functioneren op een niveau niet boven 25% van de laagste concentratiegrens van het ontstekingsgebied in lucht voor het koudemiddel. Bij het bereiken van het detectieniveau moet het detectiesysteem automatisch een alarm activeren, mechanische ventilatie starten en het koelsysteem stoppen. Wanneer de detectie zelf binnen de gevarezone gemonteerd is dient deze explosie veilig te worden uitgevoerd. Dit betekent dat er zowel aan de detector als aan de montage ervan speciale eisen gesteld zijn.

De detectieniveaus worden gerelateerd aan de brandbaarheids- of ontstekingsgrenzen voor koolwaterstof koudemiddelen. Buiten deze concentratiegrenzen kan een damp-luchtmengsel bij ontsteking niet exploderen. Die grenzen bedragen (uit NPR 7600:2013, tabel B1: Onderste/Bovenste Ex.-grens):

- R290 Propaan: 1,7 - 9,5 vol%
- R600 Butaan: 1,0 - 8,5 vol%
- R600a Isobutaan: 1,8 - 8,4 vol%
- R1270 Propeen (Propyleen): 2,0 - 11,1 vol%
- R601 Pentaan: 1,4 - 8 vol%

Opmerking: De begrippen Lower/Upper Explosion Limit (LEL/UFL) en Lower/Upper Flammability Limit (LFL/UFL) zijn niet hetzelfde, maar worden vaak door elkaar gebruikt, zoals in NPR 7600:2013. In EN 378 wordt alleen de LFL/UFL gebruikt, uitgedrukt in kg/m^3 . Deze eenheid, gedeeld door de soortelijke massa in kg/m^3 , vermenigvuldigd met 100, geeft de waarde in volume % (vol/vol). In dit Werkvoorschrift wordt het begrip LEL gebruikt.

De detectieniveaus voor brandbare koudemiddelen worden als volgt aan LEL gerelateerd:

- laag of vooralarm: 10 % LEL;
- hoog alarm: 25 % LEL.

NPR 7600:2013 stelt in 7.3.1 dat het lage detectieniveau een concentratie gelijk aan de wettelijke grenswaarde of lager moet kunnen waarnemen. Het hoge niveau behoort een concentratie gelijk aan de alarmeringsgrenswaarde (AGW) of lager, afhankelijk van de risicoanalyse, te kunnen waarnemen. Voor propaan wordt daarmee de lage [KNVvK WERKVOORSCHRIFT - - Veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel](#)

alarmeringswaarde 1 800 mg/m³ en de hoge alarmeringswaarde 3 600 mg/m³. Deze waarden liggen ruim beneden de 10% LEL waarde.

4.3 Aarding

Statische elektriciteit als ontstekingsbron dient te worden vermeden wanneer de gevarenzone-indeling dat vereist. Dit kan betekenen dat leidingen en machines dienen te worden geaard. Dit dient te worden vastgesteld door het uitvoeren van een ontstekingsanalyse. Statische elektriciteit kan ook ontstaan indien een persoon een gesloten ruimte betreedt of een koelinstallatie benadert. In dat geval moet de persoon zich eerst ontladen aan aarde voordat de ruimte wordt betreden, of aangepaste kleding en schoeisel dragen.

4.4 Overige veiligheidsvoorzieningen

Overige minimaal vereiste veiligheidsvoorzieningen zijn afhankelijk van de hoeveelheid koudemiddel, de aard en het gebruik van de installatie. Een overzicht van deze veiligheidsvoorzieningen is te vinden in NPR 7600:2013 tabel 8.

5. Markering, kenplaat en gebruikershandleiding

5.1 Markering

Volgens hoofdstuk 8 van het Arbeidsomstandighedenbesluit moet op leidingen en delen van de installatie die koolwaterstoffen bevatten een signalering zijn aangebracht voorzien van het gevarensymbool 'explosieve stoffen' volgens bijlage XVIII behorend bij artikel 8.10. 1. (rond; zwart pictogram op witte achtergrond, rode rand en balk die van links naar rechts over het pictogram loopt onder een hoek van 45° ten opzichte van de horizontale lijn. De rode kleur beslaat ten minste 35% van het oppervlak van het bord.) 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 markeringen op de leidingen geel (RAL1004) te zijn. Op elke installatie behoort het koudemiddel te worden aangegeven met het desbetreffende unieke R-nummer, eventueel aangevuld met de naam. Dit dient ook te worden aangegeven bij het vulpunt van het koelsysteem. Hieronder zijn voorbeelden van markeringen opgenomen.



PIC313-TRI100-87541
Shady Art.Nr.: 250240
Intersafe Groenewald - Art.Nr.: 121332

KNVvK WERKVOORSHRIJF - - Veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel

5.2 Kenplaat

Iedere installatie dient te zijn voorzien van een kenplaat.

Op de installatie-kenplaat moet het type koudemiddel (bijvoorbeeld propaan, of R290) en de hoeveelheid koudemiddel in (kg of g) die maximaal in de installatie aanwezig is, worden vermeld. Als deze gegevens niet zijn aangebracht, of als er twijfel is over de nauwkeurigheid van deze gegevens, dan mag de installatie niet worden gevuld met koudemiddel of in bedrijf worden gesteld, en mogen er geen werkzaamheden aan die installatie worden uitgevoerd.

Op de compressor-kenplaat moet hetzelfde type koudemiddel vermeld staan dat ook op de installatie-kenplaat is aangegeven.

Opmerking: ook voor alle overige componenten geldt dat die aantoonbaar geschikt zijn voor het toegepaste koudemiddel, maar dit hoeft niet op de component zelf te zijn vermeld.

Het wordt aanbevolen om, overeenkomstig de Europese F-gassen verordening, ook het aantal tonnen CO₂-equivalent en het GWP-getal voor het betreffende koudemiddel te vermelden op de kenplaat.

5.3 Gebruikershandleiding

Bij de levering van een koelinstallatie dient een gebruikershandleiding te worden meegeleverd door de installateur volgens het Warenwetbesluit Drukapparatuur 2016.

Opmerking: de eisen aan de gebruikershandleiding voor installaties met F-gassen worden ook gehanteerd bij koelinstallaties met koolwaterstoffen; zie voor details het Besluit gefluoreerde broeikasgassen en ozonlaagafbrekende stoffen, Staatsblad 2015 356 en de Regeling gefluoreerde broeikasgassen en ozonlaagafbrekende stoffen, Staatscourant 2015 30873.

Aanwezig moeten zijn:

- instructiekaart;
- bedieningsvoorschriften (voor normale bedrijfsvoering en voor noodsituaties);
- onderhoudsvoorschriften (vullen, in bedrijf stellen, onderhouden, repareren, controleren);
- certificaten (installatie, componenten);
- logboek, bij voorkeur digitaal (in ieder geval boven 3 kg inhoud, bij voorkeur ook bij kleinere installaties).

6. Werken aan de koelinstallatie

6.1 Verplichtingen werkgever en explosieveiligheidsdocument

De werkgever is op grond van het Arbeidsomstandighedenbesluit verplicht een beleid te voeren dat erop gericht is de werknemers te beschermen tegen explosiegevaar. 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 [KNVvK WERKVOORSHRIJFT](#) - - [Veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel](#)

een koeltechnisch installateur. De werkgever is verplicht om plaatsen te identificeren waar zich een explosieve atmosfeer kan voordoen. De risico's voor de werknemer behoren schriftelijk te worden vastgelegd in een explosie veiligheidsdocument. Hierin staan de verplichtingen rondom explosiegevaar. Deze verplichtingen gelden voor elk bedrijf waar koolwaterstoffen als koudemiddel aanwezig zijn, als dat van toepassing is. Ook dient te worden aangegeven welke maatregelen zijn genomen om het ontstaan van een explosieve atmosfeer te voorkomen.

Voor aanvang van werkzaamheden dient een werkvergunning en, indien van toepassing, een taak-risicoanalyse (TRA) te worden opgesteld. Indien blijkt dat de werkzaamheden risicovol zijn dienen beheersmaatregelen te worden getroffen om het risiconiveau te verlagen. De te nemen maatregelen dienen te worden vastgelegd in de werkvergunning.

6.2 Drie hoofdcategorieën werkzaamheden

Werkzaamheden aan een koelinstallatie zijn te verdelen in drie hoofdcategorieën:

- a) geen inbreuk in circuit;
- b) beperkte inbreuk in circuit;
- c) inbreuk in circuit.

Ad a) geen inbreuk in circuit

Hieronder vallen werkzaamheden als:

- controles;
- lekzoeken;
- elektrische storingen.

Dit zijn activiteiten waarbij het koudemiddelcircuit niet geopend hoeft te worden en het risico van vrijkomen van koudemiddel derhalve laag is. Indien tijdens controle en/of lekzoeken blijkt dat de installatie lekt dan dient de installatie te worden benaderd als onder b) beperkte inbreuk in circuit, of c) Inbreuk in circuit.

Ad b) beperkte inbreuk in circuit

Dit zijn een beperkt aantal specifiek benoemde handelingen waarbij slechts een geringe hoeveelheid koudemiddel kan vrijkomen en waarbij geen soldeer en/of laswerkzaamheden worden uitgevoerd. Hiervoor behoeft niet de gehele installatie koudemiddel vrij te worden gemaakt; indien aanwezig in de koelinstallatie, kan het koudemiddel tijdelijk in het vloeistof voorraadvat worden opgeslagen.

Dit soort handelingen zijn:

- verwisselen filter droger;
- vervangen capillaire leiding of meetleiding;
- vervangen expansieventiel;
- vervangen pressostaat.

Alvorens met deze handelingen te beginnen dient de installatie elektrisch spanningsloos gemaakt te worden.

Ad c) inbreuk in circuit

Hieronder vallen alle werkzaamheden waarbij het koudemiddel circuit geopend dient te worden en die niet zijn beschreven onder b) beperkte inbreuk in circuit. Alvorens met deze handelingen te beginnen wordt de installatie

[KNVvK WERKVOORSHRIJFT - - Veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel](#)

elektrisch spanningsloos gemaakt. Vervolgens wordt het koudemiddel uit de installatie of installatiedeel verwijderd, waarbij rekening gehouden dient te worden met de gevarezone die daarbij van toepassing is.

6.3 Werken aan installaties met koolwaterstoffen binnen gevarezone klasse 1 of 2

- Personen dienen bij werkzaamheden in een zone 1 of 2 te beschikken over:
 - o voldoende aantoonbare kennis, ervaring en vaardigheden;
 - o werkkleding en schoenen van materiaal dat niet kan overgaan tot elektrostatische ontlading (indien van toepassing).
- Het werk dient te worden uitgevoerd volgens de werkvoorschriften van het bedrijf waar de koelinstallatie staat opgesteld zoals vermeld in het explosieveiligheidsdocument, of van de koeltechnisch installateur mits deze zijn opgenomen in de werkvergunning.
- De gebruiker/eigenaar van het bedrijf waar de koelinstallatie staat opgesteld is verantwoordelijk voor het veiligheidsmanagementsysteem voor het gebruiken van de werkvergunningen.
- Er moet onderscheid worden gemaakt tussen gevarezone-indeling van de ruimte waarin de koelinstallatie is geplaatst vanwege de aanwezigheid van een koelinstallatie werkend met koolwaterstoffen, of gevarezone-indeling vanwege de aanwezigheid van andere brandbare stoffen.

6.4 Werken aan installaties met koolwaterstoffen buiten gevarezone klasse 0, 1 of 2

Bij normaal bedrijf wordt geen ATEX-zone veroorzaakt. In normale bedrijfssituaties zullen koolwaterstoffen als koudemiddel zich in een gesloten systeem bevinden, en niet uit de installatie kunnen komen. Onder bijzondere omstandigheden, bijvoorbeeld bij een defect of reparatie, kunnen de koolwaterstoffen uit de installatie vrijkomen. Op dat moment kan er een gevaarlijke situatie optreden.

Indien een dergelijke installatie wordt geopend, of als er anderszins een kans is op vrijkomen van koolwaterstoffen, moeten alle personen die zijn betrokken bij de werkzaamheden aan dergelijke installaties:

- voldoende aantoonbare kennis, ervaring en vaardigheden bezitten;
- werkkleding en schoenen dragen van materiaal dat niet kan overgaan tot elektrostatische ontlading, indien van toepassing;
- een explosiegevaarmeter* bij zich dragen, welke is afgesteld op:
 - o Alarm 1: 10 % LEL methaan;
 - o Alarm 2: 20 % LEL methaan;
- er zorg voor dragen dat er altijd voldoende wordt geventileerd in de omgeving van een installatie die wordt geopend; daarmee is verzekerd dat er voldoende zuurstof in de lucht aanwezig is; het is dan niet nodig om een zuurstofmeter bij zich te dragen (alarmeringsondergrens minimaal 18 vol %); voor aanvang van de werkzaamheden moet worden vastgesteld of de situatie veilig is;
- er zorg voor dragen dat, indien van toepassing, alle arbeidsmiddelen en gereedschappen van categorie 2 of 3 zijn.

**) Opmerking. Let op: de explosiegevaarmeter meet geen nevels.*

Meetprincipe explosiegevaarmeter: het gas/ luchtmengsel komt in contact met het meetelement en wordt verbrand (bij aanwezigheid van brandbaar gas); de warmte die vrijkomt is een maat voor de concentratie. De

instelling/aflezing is vaak gerelateerd aan de LEL van methaan; als het mogelijk is, is het beter om de instelling/aflezing te relateren aan de LEL van het toegepaste koudemiddel.

6.5 Service en herstelwerkzaamheden aan het koelsysteem

Volgorde werkzaamheden

Werkzaamheden aan koudemiddel bevattende installatiedelen en componenten moeten voor zover van toepassing in onderstaande volgorde worden uitgevoerd:

- a) een gevarenanalyse en een risicoanalyse voor de voorgestelde reparatie uitvoeren (TRA);
- b) instructie van het onderhoudspersoneel;
- c) loskoppelen en afschermen van de te repareren componenten (bijv. aandrijving, drukvat, leidingen);
- d) legen, bij voorkeur met afpompunit, en drukvrij maken (met gebruikmaking van explosieveilig gereedschap);
- e) spoelen en zuiveren met droge stikstof of een ander geschikt inert gas;
- f) vrijgeven voor reparatie;

Opmerking: Lassen of het gebruik van vlamboog producerende apparatuur vereist gespecialiseerd personeel en de goedkeuring van de las- of hardsoldeerprocedure, vanaf PED Cat. I.

- g) uitvoering van de herstelwerkzaamheden;
- h) beproeving en controle van de herstelde component (drukproef, proeven op lekdichtheid, functionele beproeving van pressostaten, zie EN 378-2);
- i) vervangen, vacumeren en opnieuw vullen met koudemiddel.

Deze stappen worden hieronder toegelicht.

Voorzorgsmaatregelen

De volgende voorzorgsmaatregelen behoren te worden genomen voordat aan het koudemiddelcircuit wordt gewerkt:

- a) vraag permissie voor heet werk (indien vereist);
- b) controleer of er geen ontvlambare materialen worden opgeslagen in het werkgebied en dat er geen ontstekingsbronnen binnen het werkgebied zijn;
- c) controleer of er geschikte brandblusapparaten aanwezig zijn (geen water gebruiken); het type hangt af van het brandgevaar en de eventueel aanwezige elektriciteit/elektronica; bij papier, hout, katoen en olie: schuimblusser; bij gassen: poederblusser of CO₂ (poederblusser kan leiden tot veel nevenschade);
- d) controleer of het werkgebied goed wordt geventileerd voordat met werken aan het koudemiddelcircuit of met lassen en solderen wordt begonnen;
- e) zorg dat de gebruikte lekdetectieapparatuur vonkvrij, adequaat afgedicht of intrinsiek veilig is;
- f) controleer of alle onderhoudspersoneel goede instructies heeft gehad.

Procedure voordat werkzaamheden aan het koudemiddelcircuit kunnen starten

Twee methodes zijn hiervoor toepasbaar:

Methode 1: hele installatie koudemiddelvrij maken

Bij vervanging van grotere onderdelen met meerdere verbindingen (verdampers, condensor, compressor, olieafscheider etc.) wordt methode 1 uitgevoerd.

- a) Zorg dat het systeem geheel wordt afgezogen met een terugwinapparaat zodat alle koudemiddel in een retourcilinder wordt opgeslagen, of dat de koudemiddelinhoud op veilige wijze wordt afgeblazen (zie paragraaf 6.8).
- b) Spoelen met droge stikstof (N_2) of een ander inert gas.
- c) Vervolgens dient men het systeem te vacumeren zodat alle brandbare gassen en stikstof uit de installatie worden verwijderd; afzuigen tot een concentratie ruim onder de 1000 ppm is bereikt; hierbij is tevens de druk teruggebracht tot onder 0,6 bar(a) (60 kPa (a) of -0,37 bar meterdruk) bij 20 °C voor koelinstallaties met een totale hoeveelheid koudemiddelvulling die kleiner is dan 0,2 m³, of tot 0,3 bar(a) (30 kPa(a) of -0,67 bar meterdruk) bij 20 °C voor koelinstallaties met een totale hoeveelheid koudemiddelvulling die groter of gelijk is aan 0,2 m³).
- d) Vervolgens wordt het vacuüm in de installatie nogmaals gebroken met droge stikstof om de installatie weer boven het vacuüm te brengen en de eventuele concentratie brandbaar gas te verdunnen.
- e) Dan wordt weer de installatie weer gevacumeerd en bij het bereiken van een concentratie van 500 ppm en een druk tot onder 0,3 bar(a) (30 kPa(a) of -0,67 bar meterdruk) bij 20 °C wordt het vacuüm in de installatie weer gebroken met een minimale hoeveelheid droge stikstof.
- f) Gedurende de (reparatie)werkzaamheden, met name tijdens hardsolderen, blijft de stikstof onder enige overdruk aanwezig, waardoor de installatie voorzien blijft van stikstof en geen zuurstof kan intreden; zorg ervoor dat de toegevoerde stikstof aan de uiterste zijde weer kan ontsnappen opdat er geen te grote drukverhoging kan optreden; dit kan bijvoorbeeld door bij de vulnippel aan de vloeistofleiding de stikstof te laten instromen en bij de zuigkraan van de compressor de stikstof weer te laten ontsnappen.

Methode 2: inblokken van het te repareren installatiegedeelte

Bij kleine reparaties van een installatie of bij grote, complexe installaties: het te repareren installatiegedeelte inblokken, koudemiddel uit dat deel in het vloeistofvat opslaan of afblazen, en vervolgens repareren, vervangen of hardsolderen aan dat deel van de installatie.

- a) Het installatiegedeelte inblokken, koudemiddel in het vloeistofvat, en zorgen dat dit vat niet wordt gevuld tot boven het maximum van 80 % van de maximum inhoud (indien het vloeistofvat te klein is, kan een terugwincilinder aan het vat worden gekoppeld, waardoor het vloeistofvat nooit boven 80 % gevuld kan worden); als alternatief kan de koudemiddelinhoud op veilige wijze worden afgeblazen (zie paragraaf 6.8).
- b) Zorg dat de installatie geheel is ingeblokkt en houd rekening met de mogelijkheid dat afsluiters kunnen gaan lekken; als voorbeeld de vervanging van een ventiel, waarbij het vloeistofvat wordt ingeblokkt, maar ook de persafsluiter van de compressor dicht wordt gezet, zodat nooit koudemiddel vanwege lekkende kleppen naar de zuigzijde kan ontsnappen.
- c) Vervolgen met punten b), c), d), e) en f) van Methode 1.

Opmerkingen.

- *Bij vervanging van grotere onderdelen met meerdere verbindingen ,zoals een verdamper of condensor of compressor of olieafscheider etc. wordt methode 1 uitgevoerd.*
- *Bij "heet werk" moet de ruimte waarin wordt gewerkt met een geschikte koudemiddeldetector worden gecontroleerd voorafgaand aan en gedurende het werk, om de personen die de werkzaamheden uitvoeren te waarschuwen voor een mogelijk brandbare atmosfeer.*
- *Het vacumeren, breken met droge stikstof en uitvoeren van werkzaamheden met stikstof onder enige overdruk, hebben als hoofddoel om te voorkomen dat er (resten van) brandbare gassen aanwezig blijven in installatiedelen, die kunnen ontbranden bij het uitvoeren van die werkzaamheden. Het bij F-gassen gebruikelijke vacumeren tot 270 Pa is daarvoor geen afdoende voorzorg; voldoende vacumeertijd is daarbij belangrijker dan het behalen van een diep vacuüm. Met name de meting van de concentratie brandbaar*

koudemiddel in de afzuiglucht tijdens vacumeren is daarbij essentieel. Er moet op worden gelet dat de temperatuur van de te vacumeren onderdelen voldoende hoog is om te voorkomen dat koud vloeibaar koudemiddel achterblijft. Zie de hierboven vermelde getalwaarden voor drukken, temperaturen en concentraties bij punten c) en e).

- *Indien compressoren of compressorolie moet worden verwijderd, dan behoort door middel van vacumeren de concentratie koolwaterstof koudemiddel tot een acceptabel niveau te worden verlaagd, om er zeker van te zijn dat er geen brandbaar koudemiddel in het smeermiddel is achtergebleven.*

Handelingen en controles na afloop van werkzaamheden

Indien het koudemiddel uit de installatie of het installatiedeel is verwijderd, worden na afronding van de werkzaamheden de volgende handelingen uitgevoerd:

- a) afpersen installatie(deel) met stikstof en controleren of de installatie lekdicht is;
- b) vacumeren;
- c) installatie vullen met koudemiddel (zie paragraaf 6.6);
- d) lekzoeken (zie paragraaf 6.7);
- e) elektrische spanning naar installatie inschakelen;
- f) installatie weer in bedrijf nemen;
- g) werkzaamheden in logboek vastleggen.

6.6 Specifieke instructies voor vullen van koudemiddel in koelinstallaties

Voorafgaand aan het vullen dienen eerst de handelingen verricht te worden als vermeld in de desbetreffende werkvoorschriften voor druktesten, vacumeren en lekzoeken. Vervolgens worden de onderstaande handelingen achtereenvolgens uitgevoerd.

- a) Wegen van de koudemiddelcilinder en dit noteren.
- b) Na deze handelingen te hebben verricht de kraan op de manometerset van de vacuümpomp dichtdraaien waarna de vacuümpomp kan worden afgekoppeld. De koudemiddel cilinder omkeren zodat er vloeistof op de hogedrukafsluiter van de manometerset staat. Let op dat bij bepaalde cilinders een standpijp gemonteerd is; in dit geval de cilinder gewoon laten staan.
- c) De hogedrukafsluiter op de manometerset openen zodat er vloeistof toe kan stromen naar het vloeistofvat.
- d) Deze afsluiter geopend laten tot er vloeistof te zien is in het kijkglas.
- e) De hogedrukafsluiter sluiten.
- f) Koudemiddelcilinder in de normale positie terug brengen zodat weer damp kan worden toegevoerd voor het afvullen.
- g) De installatie opstarten; nu zal de installatie nog een aanzienlijk gastekort hebben (zeer veel bellen in het kijkglas) wat moet worden aangevuld.
- h) Door de zuigafsluiter van de manometerset te openen zal, bij een in bedrijf zijnde compressor, de compressor het koudemiddel naar binnen zuigen. (De druk in de koudemiddelcilinder is hoger dan de zuigdruk bij de compressor). Let op dat als hier vloeistof wordt gevuld, vloeistofslag kan optreden; voorzichtig vullen dus.
- i) De installatie op temperatuur laten komen en afvullen door de lagedrukafsluiter van de manometerset geopend te houden (let op vloeistofslag) totdat het kijkglas geen bellen meer vertoont. Pas op, het kan wel eens voorkomen dat de bellen ontstaan door een andere oorzaak dan door gastekort. Controleer daarom ook tijdens het vullen altijd de persdruk en regelmatig de zuigdruk door de lagedrukafsluiter van de

manometerset dicht te draaien. Vergelijk de hoeveelheid koudemiddel die in de installatie kan met de gewichtshoeveelheid die is gevuld; bij overschrijding moet worden gezocht naar de oorzaak.

- j) Om vloeistofslag te voorkomen is controle van de manometer (gesloten naar de cilinder) belangrijk; schommelen van de wijzer wijst op verdamping van vloeistofdruppels.
- k) Het betasten van zuigleiding en compressorhuis is ook een goede controle, omdat bij vloeistoftoevoer er geen oververhitting is tussen zuigleiding en carter.
- l) De lagedruk afsluiter op de manometerset sluiten en controleren of de verdampings- en de condensatiedruk overeenkomen met de ontwerpdrukken.
- m) Tijdens dit vulproces zal de koudemiddelcilinder koud worden doordat het vloeibare koudemiddel in de cilinder verdampt en dus warmte onttrekt aan het vloeibare koudemiddel. Het gevolg hiervan is dat de druk in de vulcilinder steeds lager wordt en het vullen steeds langzamer gaat verlopen.
- n) Plaats de vulcilinder in een emmer warm water; in geen geval de cilinder opwarmen met een brander!
- o) Zodra de installatie voldoende en juist is afgevuld, werkdrukken controleren of deze met de juiste waarden overeen komen; de juiste waarde moet vooraf bekend zijn van de werkvoorbereiding.
- p) Als alles naar behoren functioneert, de koudemiddel cilinder en de manometerset afkoppelen.
- q) Koudemiddelcilinder nogmaals wegen en vulgewicht en locatie op de werkbouw noteren.

Installaties met capillair of zonder kijkglas dienen op gewicht gevuld te worden. Bij twijfel over de exacte vulinhoud:

- a) bij voorkeur in de werkplaats repareren, zodat ze enige tijd kunnen proefdraaien;
- b) vullen met een paar honderd gram en de installatie een tijd laten draaien;
- c) condensator moet gelijkmatig warm worden en verdampert moet langzaam geheel berijpen;
- d) na 5 minuten stoppen van de installatie moet deze na het starten even geheel doorkomen, 's zomers verder dan 's winters.

Let op bij airco's:

- airco installaties beginnen te functioneren met ongeveer 23 ° C tv tussen verdamping- en ruimte temperatuur;
- aanbevolen wordt om het koudemiddel uit de installatie te halen en een volledige installatiecontrole uit te voeren.

6.7 Specifieke instructies voor lekzoeken

Veel voorkomende plaatsen van lekkage zijn: asafdichtingen, kleppendekeuzels, kijkglazen, flenzen, flare-verbindingen (met name bij expansieventielen), afdichtingsdoppen van zuig- en persafsluiters, aansluitingen van pressostataten en manometers. Verbindingen die aan sterke temperatuurschommelingen blootgesteld zijn of regelmatig aanvriezen en ontdooien zijn extra gevoelig voor lekkage.

Er zijn vier methoden om lekkage in een koelinstallatie te lokaliseren:

- a) visueel;
- b) met lekspray, zeepsop of schuim;
- c) met een detectiemiddel toegevoegd aan het koudemiddel en (UV) lamp;
- d) met elektronische lekzoeker.

ad a) Visueel

Controleer of er oliesporen aanwezig zijn bij een koppeling of een onderdeel van de installatie om zo een indicatie te krijgen van de plaats van lekkage. Een verdachte locatie kan vervolgens worden onderzocht met een van de andere methoden.

Ad b) met lekspray, zeepsop of schuim

Deze methode is te gebruiken om de exacte positie van een lek te bepalen, voor het lokaliseren van een lekkage op plaatsen waar veel luchtbeweging is, en voor een indicatie van de grootte van een lek. Met het gebruik van spray, zeepsop of vast schuim in een spons kunnen lekken tot 5 ppm koudemiddelconcentratie worden gevonden.

Ad c) met detectiemiddel toegevoegd aan het koudemiddel en (UV) lamp Lekzoeken met ARGLO

Deze methode is niet toepasbaar voor koolwaterstof koudemiddelen.

Ad d) met elektronische lekzoeker

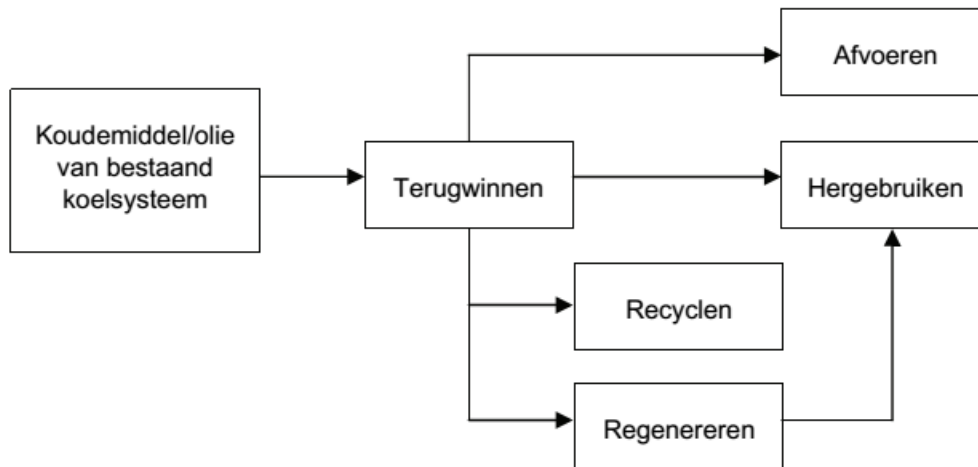
De elektronische lekzoeker moet geschikt zijn voor het desbetreffende type koudemiddel, met een nauwkeurigheid van 5 ppm. Iedere monteur heeft de beschikking over een elektronische lekzoeker en is bekend met de werking van het apparaat. De goede werking van de lekzoeker wordt tenminste een keer per jaar gecontroleerd.

Opmerking: als bij een installatie een lekkage wordt geconstateerd mag deze nooit worden bijgevuld zonder dat de lekkage is gezocht, gevonden en verholpen. Dit is voor F-gassen wettelijk vastgelegd, en moet ook voor koolwaterstoffen gelden.

6.8 Specifieke instructies voor afblazen, afzuigen en terugwinnen van koudemiddel

Wanneer een vloeistofvat in de installatie is opgenomen, kan het koudemiddel in het vloeistofvat worden opgeslagen. Alternatief daarvoor is het afzuigen of -pompen van het koudemiddel in een terugwinflens. Het terugwinnen, hergebruiken, recyclen, regenereren en afvoeren mag alleen worden uitgevoerd door competent personeel. Voor aanvang van werkzaamheden behoort een taak-risicoanalyse (TRA) te worden opgesteld. Indien blijkt dat de werkzaamheden risicovol zijn behoren beheersmaatregelen te worden getroffen om het risiconiveau te verlagen. In plaats van terugwinnen kan het koudemiddel in een aantal gevallen worden afgeblazen, met inachtneming van de juiste veiligheidsmaatregelen (zie verderop in deze paragraaf).

Figuur 1 geeft de terminologie aan en toont hoe de diverse processen zich onderling verhouden.



Figuur 1 — Schematisch overzicht van het verband tussen de diverse terugwinprocessen

Alle koudemiddelen moeten zoveel mogelijk worden teruggewonnen om te worden hergebruikt, gerecycled of geregenereerd voor hergebruik, of ze moeten op de juiste wijze worden afgeblazen of afgevoerd.

Indien de installatie inhoud ≤ 25 kg is kunnen we de installatie afblazen op de manier die hieronder is beschreven. Indien er > 25 kg of ≤ 100 kg inhoud in het systeem aanwezig is bepalen we aan de hand van de RI&E of TRA of er afgeblazen of zoveel mogelijk koolwaterstof koudemiddel teruggewonnen gaat worden en het restant afgeblazen.

Afhankelijk van de situatie, kan teruggewonnen koudemiddel elk aangegeven pad volgen van het in figuur 1 gegeven stroomschema.

Afzuigen

Voor het afzuigen van het koudemiddel wordt gebruik gemaakt van een pneumatische afpompunit en een terugwincilinder die geschikt is voor het desbetreffende koudemiddel. Voordat men gebruik maakt van deze afpompunit, dient te worden gecontroleerd dat deze geschikt is voor koolwaterstoffen en dient de gebruikershandleiding bestudeerd en begrepen te worden.

Koudemiddel terugwinapparaten

Indien gebruik wordt gemaakt van een terugwinapparaat (pneumatische afpompunit, vacuümpomp, afzuigunit) dient de gebruikershandleiding van deze apparatuur strikt te worden gevolgd. Koudemiddel-terugwinapparaten moeten voldoen aan de relevante veiligheidsnormen, bijv. EN 60335-2-104. Alle apparatuur die wordt gebruikt voor de terugwinning van koolwaterstof koudemiddel moet bij voorkeur volgens de leveranciersinformatie aantoonbaar geschikt zijn voor het desbetreffende brandbare koudemiddel. Indien apparatuur wordt gebruikt die niet aantoonbaar geschikt is, dan moeten de volgende veiligheidsmaatregelen in acht worden genomen:

- controle dat de aan/uit schakelaar de enige potentiële ontstekingsbron is;
- de schakelaar wordt in de aan-positie gezet voordat het apparaat elektrisch wordt aangesloten;
- de aan/uit bediening vindt plaats met de stekker van het apparaat, buiten de gevarezone;
- het apparaat wordt ruim buiten de gevarezone geplaatst op een goed geventileerde plaats, bij voorkeur in de buitenlucht.

Afblazen en gevarezone

Koolwaterstoffen mogen bij het uitvoeren van servicewerkzaamheden op veilige wijze worden afgeblazen in de atmosfeer en hoeven niet te worden teruggewonnen, afgevoerd of vernietigd volgens NPR7600:2013, tenzij er met de opdrachtgever is afgesproken dat het koudemiddel zoveel mogelijk wordt teruggewonnen.

Er behoort te worden veiliggesteld dat een ontvlambaar of explosief koudemiddelmengsel onder geen enkele voorwaarde in de nabijheid van een ontstekingsbron kan komen of kan penetreren in een gebouw (ontstekingsbronnen elimineren of Ex uitvoeren). In de praktijk wordt meestal afgeblazen in de buitenlucht op een veilige plaats, aan de hand van een RI&E of TRA.

Werkwijze bij afblazen

De installatie wordt koudemiddelvrij gemaakt door de inhoud gaszigdig gecontroleerd af te blazen. Voordat de koudemiddelinhoud kan worden afgeblazen worden:

- stikstof fles aangesloten;
- afblaaselement aangesloten.

Vervolgens wordt het koudemiddel afgeblazen waarbij de druk wordt gecontroleerd. De installatie wordt afgeblazen totdat de druk tot 1,5 bar (manometerdruk) gedaald is.

Let op: blijf hierbij aanwezig! Bij lagere drukken dan atmosferisch kan er lucht in de installatie stromen waardoor er een explosief mengsel in de installatie ontstaat!

Vervolgens wordt de stikstoffles geopend en de installatie op druk gebracht. Let hierbij op de instelling van het reduceerventiel. Deze is 10 bar óf gelijk aan de ontwerpdruk van de lagedruk zijde indien deze lager is (kan 8 bar (overdruk) zijn).

De installatie wordt vervolgens "doorgeblazen" gedurende 10 minuten.

Let op: werken met stikstof brengt grote risico's van verstikking met zich mee. Adequate persoonlijke beschermingsmiddelen zijn vereist en er moet voldoende worden geventileerd met buitenlucht om er zeker van te zijn dat er voldoende zuurstof in de lucht aanwezig is; het is dan niet in alle gevallen nodig om een zuurstofmeter bij zich te dragen; bij twijfel over afdoende ventilatie moet een zuurstofmeter worden gebruikt.

Ter controle wordt de koolwaterstof concentratie gemeten nabij de uitblaas. Als er geen koolwaterstof wordt gedetecteerd (<10% LEL) kan worden aangevangen met de werkzaamheden.

Als er twijfel bestaat over de koolwaterstofconcentratie moet nog een aantal minuten worden doorgeblazen totdat de concentratie gedaald is tot < 10% LEL, waarna kan worden aangevangen met de werkzaamheden.

7. Competentie van personeel

7.1 Personeelscategorieën en gelijkwaardigheid

NPR 7600:2013 maakt onderscheid tussen de volgende categorieën personeel dat bij koelsystemen met koolwaterstoffen een rol vervult:

- a) ontwerpers, adviseurs en inspecteurs;

- b) installatie- en onderhoudspersoneel;
- c) bedienend personeel;
- d) 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 koolwaterstoffen. Zij behoren in staat te zijn de daaraan verbonden gevaren te onderkennen en te voorkomen.

De tekst in onderstaande paragrafen is ontleend aan NPR 7600:2013. In aanvulling hierop is door een aantal bedrijven de wens geuit om opleiding, training en onderhoud van vakbekwaamheid bedrijfsintern te organiseren en uit te voeren (borging middels kwaliteitssysteem). Dit kan worden gezien als gelijkwaardig, mits aantoonbaar aan objectieve kwaliteitseisen kan worden voldaan, met name aan de competentie-eisen ontleend aan EN 13313 (koelsystemen en warmtepompen – vakbekwaamheid van personeel) en geverifieerd bij door het bedrijf gebouwde en geïnstalleerde koelinstallaties.

7.2 Installatie- en onderhoudspersoneel

Installatie- en onderhoudspersoneel dat betrokken is bij het aanleggen, wijzigen, herstellen, onderhouden, demonteren en/of verwijderen van koelsystemen met koolwaterstoffen 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. Het vakbekwaamheidscertificaat wordt afgegeven na een met goed gevolg afgelegd theorie- en praktijkexamen gebaseerd op NEN-EN 13313.

Tevens vermeldt het Activiteitenbesluit milieubeheer (Staatsblad no 337, 2015) in artikel 3.16d dat een koelinstallatie met meer dan 5 kg koolwaterstof koudemiddel ten minste eenmaal per kalenderjaar gecontroleerd moet worden op het veilig functioneren, door degene die het onderhoud uitvoert en beschikt over een vakbekwaamheidscertificaat als bedoeld in NPR 7600.

7.3 Bedienend personeel

Installateurs kunnen hun klanten (eigenaren, beheerders en gebruikers) op de verplichting wijzen om ervoor te zorgen dat er een interne procedure is die de verplichte vakbekwaamheidseisen van het bedienend personeel van het koelsysteem met koolwaterstoffen borgt, op basis van het 'voorlichting en onderricht'-artikel uit het Arbeidsomstandighedenbesluit. Bedienend personeel dat werkzaamheden verricht aan koelsystemen met koolwaterstoffen waarvan de inhoud meer is dan 5 kg behoort over aantoonbare kennis, kunde te beschikken in de vorm van een vakbekwaamheidscertificaat dat is afgegeven door of in opdracht van de desbetreffende brancheorganisatie.

7.4 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 [KNVvK WERKVOORSHRIFT - - Veilig werken met koolwaterstoffen als koudemiddel](#)

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 onafhankelijke commissie of college vastgestelde, gelijkwaardige opleidings- en/of examenorganisatie. De periode van vijf jaar kan door de branche worden gewijzigd.

8. Kenniskring Propaan

Dit werkvoorschrift is tot stand gekomen onder begeleiding van de KNVvK Kenniskring Propaan. Deze Kenniskring bestaat uit praktijkdeskundigen op het gebied van ontwerp, installatie, toepassing, inspectie en keuring van koelinstallaties en warmtepompen met koolwaterstoffen als koudemiddel, waarbij propaan het meest toegepaste type koolwaterstof is.

Deze Kenniskring had bij de totstandkoming van dit Werkvoorschrift de volgende samenstelling:

Naam	Bedrijfsnaam
Dhr. Klaas Dijkslag	Uniechemie B.V.
Dhr. Henk Dijkma	Dijkma Koudetechniek B.V.
Dhr. Ruud van Dissel	BITZER Benelux BVBA
Dhr. Ad van Geel	BITZER Benelux BVBA
Dhr. Hen van den Kerkhof	Servex Koel- en Vriestechniek B.V.
Dhr. Wil van den Kerkhof	Servex Koel- en Vriestechniek B.V.
Dhr. Chris van der Lande	Uniechemie B.V.
Dhr. Steven Lobregt	Sparkling Projects B.V.
Dhr. Johan Odie	Energie Consult Holland B.V.
Dhr. Jack Quadflieg	Emerson Climate Technologies GmbH
Dhr. R. Robbertsen	Aeres Tech / PTC+
Dhr. Ertan Torun	IBK B.V.
Dhr. Jan Willem Voshol	IBK B.V.
Mevr. Ety de Boer	KNVvK (coördinatie)
Dhr. René van Gerwen	Entropycs (research en redactie)

Bijlage 1: Gevarenzone-indeling: vaststelling, beslissingsschema en vorm

Bijlage 1.1 Vaststelling van de gevarenzone-indeling en beslissingsschema

Het vaststellen van een gevarenzone-indeling in een bedrijf is een middel om een optimaal veilige situatie met betrekking tot gasexplosiegevaar tot stand te brengen. In principe is het vaststellen van een gevarenzone verplicht indien meer dan 50 kg brandbare gassen aanwezig zijn in een buitenlucht opstelling/open gebouw of 5 kg in een gesloten gebouw. Zie voor vaststelling van de indelingsplicht bijlage A of figuur 1 van NPR7910-2012.

Voor de gevarenzone-indeling moet per project de opstellingsplaats worden beoordeeld. Er mogen geen ontstekingsbronnen binnen de gevarenzone aanwezig zijn. Bij ontstekingsbronnen moet worden gedacht aan hete oppervlakken, vlammen en open vuur, elektrisch materieel, verlichting, acculaadstations, etc. Ook de aanwezigheid van ramen, deuren, ventilatieopeningen, etc. is niet toegestaan. Indien dergelijke situaties zich voordoen moeten deze óf worden aangepast, óf er moet een andere opstellingsplaats worden gekozen.

De gevarenzone dient te worden vastgelegd. Dit betekent dat er een plattegrond met de opstellingsplaats moet worden gemaakt waarop de risicocontour duidelijk is weergegeven. Deze zone is eventueel door middel van een arcering op de opstellingstekeningen aan te geven. Bij opstelling in een gesloten gebouw dient afhankelijk van de hoeveelheid brandbare gassen en ventilatie de zone-indeling bepaald te worden. Zie tabel 7 van NPR 7910.

De zone-klasse is afhankelijk van meerdere factoren, De belangrijkste zijn:

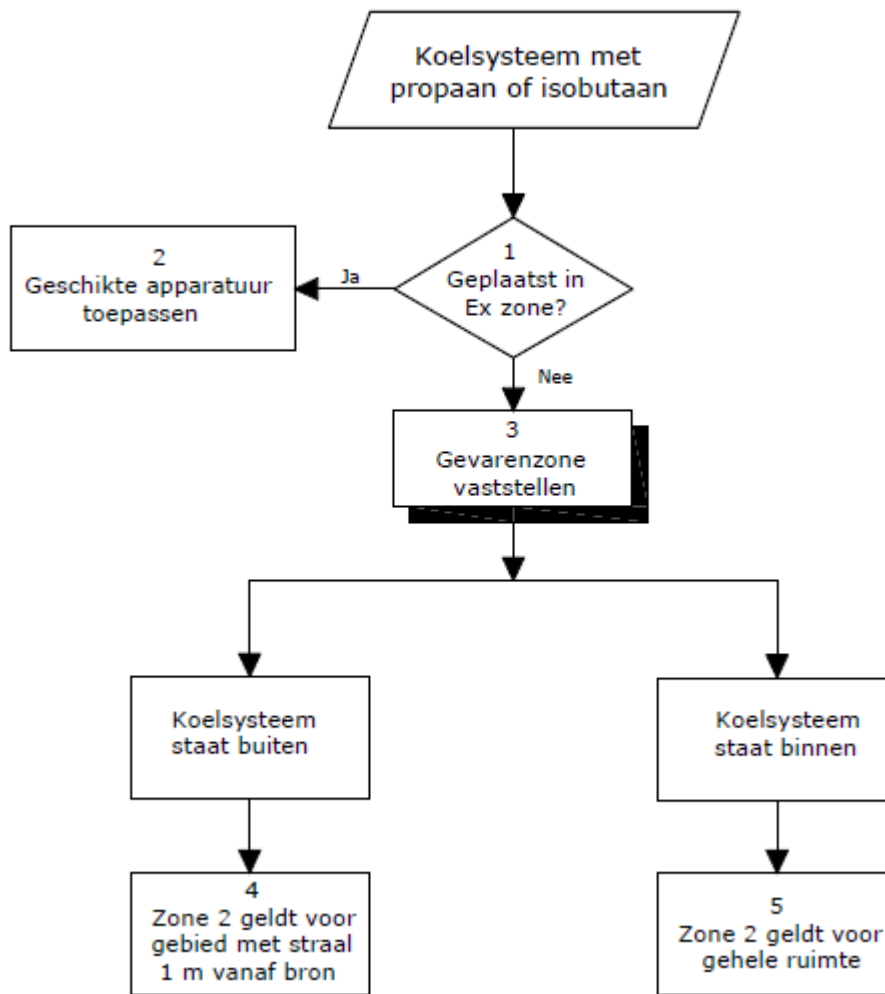
- Plaats en aantal van de gevarenbronnen;
- Klasse van de gevarenbronnen (continu, primair, secundair);
- Debiet van de bronnen;
- Ventilatieomstandigheden / afzuiging*);
- Stofeigenschappen.

**) Een overzicht van de mogelijke ventilatieomstandigheden en de gevolgen daarvan voor soort en afmetingen van de gevarenzones is gegeven in tabel 7 van NPR 7910-1:2012.*

In het algemeen is de zonesoort voor gassen en dampen overeenkomstig de klasse van de gevarenbron. Dat wil dan zeggen dat:

- een continue gevarenbron een zonesoort 0 veroorzaakt,
- een primaire gevarenbron een zonesoort 1 veroorzaakt en
- een secundaire gevarenbron een zonesoort 2 veroorzaakt.

Onderstaand beslissingsschema uit NPR 7600:2013 op basis van de uitgangspunten van de NPR 7910:2012 kan in principe worden toegepast voor koolwaterstoffen. Voor de praktische situatie is de NPR 7910 doorslaggevend.



De nummering in bovenstaand schema verwijst naar onderstaande toelichting.

1. Wordt het koelsysteem geplaatst in een ruimte die al Ex-gezoneerd is, vanwege een andere bron?
2. Voor het koelsysteem behoort apparatuur te worden gebruikt die geen ontstekingsbron kan vormen.
3. Bij toepassing van koolwaterstoffen behoort in eerste instantie altijd een gevarenszone-indeling te worden gemaakt, tenzij de op grond van de in het Arbeidsomstandighedenbesluit vereiste RI&E aangeeft dat zone-indeling niet hoeft.
4. Staat de installatie in de buitenlucht, waar geen wezenlijke hindernissen aanwezig zijn die de natuurlijke luchtbeweging belemmeren, zoals het geval kan zijn bij een 'open' gebouw. Dan kan een koelsysteem gezien worden als een secundaire gevaarbron, waaruit het vrijkomen van koolwaterstoffen (tijdens gebruik en onder normale omstandigheden) niet waarschijnlijk is. Indien koolwaterstoffen wel vrijkomen, bijvoorbeeld bij reparaties, is dit niet frequent en slechts gedurende een korte periode. Een secundaire bron leidt tot zone 2. Indien de installatie buiten staat is de gevarenszone het gebied binnen 1 m van de installatie.
5. Een koelsysteem wordt gezien als een secundaire gevaarbron, waaruit het vrijkomen van koolwaterstoffen (tijdens gebruik en onder normale omstandigheden) niet waarschijnlijk is. Indien koolwaterstoffen wel vrijkomen, bijvoorbeeld bij reparaties, is dit niet frequent en slechts gedurende een korte periode. Een secundaire bron leidt tot zone 2. Indien de installatie binnen staat is de gevarenszone de gehele ruimte. Indien

deze situatie zich voordoet bij plaatsing van een installatie met koolwaterstoffen als koudemiddel in een bestaande ruimte dan behoort aanwezige apparatuur ook aan de regels voor zone 2 te voldoen.

Bovenstaand schema is ter indicatie en gaat er standaard vanuit dat zone-indeling noodzakelijk is. Dit is al gauw het geval. Een eenvoudige berekening leert dat 1 liter propaan dat in gas wordt omgezet en met lucht wordt gemengd bij de onderste explosiegrens leidt tot 15 m³ explosieve atmosfeer. Daarbij is nog geen rekening gehouden met het feit dat propaan zwaarder is dan lucht, waardoor de explosieve atmosfeer boven de vloer waarschijnlijk nog eerder wordt bereikt. In bepaalde gevallen kan door het uitvoeren van een risicoanalyse blijken dat de eventuele gasconcentratie zo laag is, bijvoorbeeld door ventilatie, dat nooit een explosieve sfeer kan ontstaan. Dit behoort echter altijd te worden aangetoond.

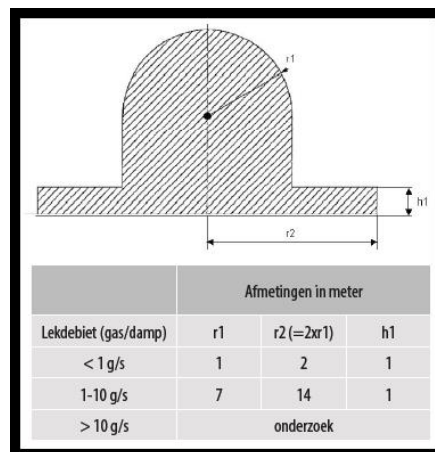
Bijlage 1.2 Vorm en afmetingen van de gevarezone

In geval van een lekkage zal bij buitenluchtomstandigheden in het algemeen een bolvormige gevarezone ontstaan met de gevarenbron als middelpunt en dient in eerste instantie de volgende gevarezone in acht genomen te worden:

- bij een kleine gevarenbron (tot circa 1 g/s) een zone met een straal van 1 m;
- bij een grote gevarenbron (tot circa 10 g/s) een zone met een straal van 7 m.

De zonesoort is overeenkomstig de klasse van de gevarenbron (., zone 1 en zone 2). Binnen deze gevarezone mogen geen ontstekingsbronnen voorkomen.

Bij gassen zwaarder dan lucht, zoals propaan, zet de bolvormige gevarezone zich als een cilinder naar beneden voort tot 1 m boven het oppervlak van de bodem, zie NPR 7910-2012. Daar breidt de zone zich uit tot tweemaal de diameter van de cilinder. Zie basisvoorbeeld in de figuur, het zogenoemde 'hoedjesmodel'.



Indien een kleine gevarenbron (debiet tot circa 1 g/s) zich ten minste 3 m boven een vast onderliggend niveau bevindt en sprake is van buitenluchtomstandigheden, blijft de zone beperkt tot de eerder genoemde bolvorm.

Als de verspreiding en verdunning van het vrijgekomen brandbare gas binnen het op de hierboven aangegeven wijze bepaalde gebied worden beïnvloed door obstakels, worden de vorm, en dus ook de afmetingen van de zone, daardoor gewijzigd. Als door de aard en vorm van het obstakel de afvoer van het uitgestroomde gasmengsel zodanig wordt belemmerd dat het aanzienlijk langer blijft hangen dan de gevarenbron werkt, kan ook de zonesoort veranderen. NPR 7910-1:2012 geeft hier enkele voorbeelden van.