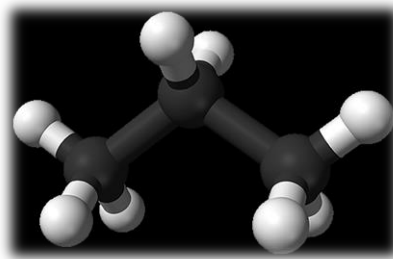


WERKVOORSCHRIFT



Inpandige toepassing van
koolwaterstoffen als koudemiddel in
koelinstallaties en warmtepompen



Versie 1.0

12 januari 2018



Inhoud

Verantwoording	- 2 -
Disclaimer	- 2 -
1. Inleiding.....	- 3 -
2. Samenvatting Werkvoorschrift.....	- 4 -
3. Activiteitenbesluit.....	- 7 -
4. NPR 7600:2013, EN 378:2008+2012 en EN 378:2016.....	- 8 -
5. Classificatie volgens NPR 7600 en EN 378.....	- 10 -
6. Opstelling in de open lucht	- 11 -
7. Inpandige opstelling van koelinstallatiedelen	- 13 -
8. Kenniskring Propaan	- 15 -

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 de inpandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel en geeft adviezen, gerelateerd aan de opstellingslocatie van (delen) van de koelinstallatie. Paragraaf 2 geeft een samenvatting van de adviezen. In de paragrafen 3-7 worden deze adviezen nader toegelicht en gemotiveerd.

2. Samenvatting Werkvoorschrift

In deze paragraaf is het Werkvoorschrift voor in pandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel samengevat in drie tabellen. De achtergronden, details en toelichting zijn openomen in de navolgende paragrafen van dit document. Deze samenvatting van het Werkvoorschrift is onderverdeeld in aspecten die betrekking hebben op de koudemiddelconcentratie, koudemiddelinhoud, de opstelling van installatie(delen) in de open lucht en de in pandige toepassing van installatiedelen.

Koudemiddel concentraties

- Koolwaterstoffen behoren tot de koudemiddelklasse A3 (hoog brandbaar, niet toxisch). Voor propaan is de lage alarmeringswaarde 1800 mg/m³ en de hoge alarmeringswaarde 3600 mg/m³. Dit zijn de twee niveaus waarop het detectiesysteem in werking treedt, gerelateerd aan de veiligheid en gezondheid van personen.
- Bij risicoanalyses gericht op explosieveiligheid kunnen de alarmeringswaarden worden afgeleid van de LFL (Lower Flammability Limit). Laag (voor)alarm op $\leq 10\%$ LFL; hoog alarm op $\leq 25\%$ LFL. Voor propaan is de LFL 38000 mg/m³.
- In NPR 7600:2013, tabel B1, is een overzicht weergegeven van belangrijke concentratiewaarden voor de meest voorkomende koolwaterstof koudemiddelen.

Koudemiddelhoeveelheden

Over de toegestane hoeveelheden koudemiddel in relatie tot de systeemdetails, opstellingslocatie en veiligheidsvoorzieningen is veel onduidelijkheid, en zijn de normen en richtlijnen niet volledig eensluidend. In tabel 1 wordt een praktisch overzicht gegeven; voor details wordt verwezen naar de navolgende paragrafen en de desbetreffende richtlijnen en normen.

Opstelling in de open lucht

Over de definitie van opstelling "in de open lucht" is onduidelijkheid. In tabel 2 wordt samengevat wat hiermee in de praktijk wordt bedoeld en op welke wijze hieraan kan worden voldaan; paragraaf 6 bevat de details.

In pandige opstelling van installatiedelen

Onduidelijkheid over de mogelijkheden voor en eisen aan de in pandige opstelling van installatiedelen is de hoofdreden voor het opstellen en publiceren van dit Werkvoorschrift. In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de huidige inzichten, gebaseerd op praktijkervaring en interpretaties van huidige richtlijnen en normen.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de opstelling in:

- verblijfsruimtes (drie soorten ruimtes waar regelmatig personen verblijven: vrij toegankelijk, onder toezicht of geautoriseerd);
- machinekamers (waar alleen incidenteel geautoriseerde personen verblijven);
- geventileerde omkasting met mechanische ventilatie.

Voor details wordt verwezen naar paragraaf 7.

Werkvoorschrift tabel 1: A3 Koudemiddelhoeveelheden

	Inhoud	NPR 7600:2013 bepaling	Toelichting
a)	<150 g	Buiten de scope (hoofdstuk 1).	In NPR 7600:2013: een fabrieksmatig duurzaam gesloten koelsysteem met minder dan 150 g mag worden geplaatst in een verblijfsruimte die geen speciale machinekamer is, zonder restrictie.
b)	<1 kg - < 10 kg	Toegestaan in verblijfsruimtes waar personen vrij toegankelijk of onder toezicht aanwezig kunnen zijn.	Verblijfsruimte categorie A en B volgens NPR 7600:2013; afhankelijk van systeem- en opstellingsdetails, en met aanvullende eisen, worden in EN 378:2016 hoeveelheidslimieten tussen de 1 en 10 kg vermeld.
d)	<5 kg	Toegestaan in een geventileerde gesloten omkasting, geplaatst in een verblijfsruimte, ongeacht de toegangsclassificatie van de verblijfsruimte.	Overeenkomstig NPR 7600:2013; de nieuwe opstellingscategorie IV van EN 378:2016 Deel 1 (geventileerde omkasting) geeft uitvoeringsdetails; de 5 kg grens geldt voor propaan; voor andere A3 koudemiddelen gelden marginaal afwijkende hoeveelheden.
e)	>5 kg	Moet voldoen aan de voorwaarden van het Activiteitenbesluit (AB 2015).	AB 2015 geeft aan dat aantoonbaar wordt voldaan aan delen van NPR 7600:2013. <i>Noot: de in NPR 7600:2013 genoemde oude grens van 12 kg is achterhaald door de wijziging van het Activiteitenbesluit in 2015, waarin deze toepassingsgrens is gereduceerd tot 5 kg.</i>
f)	<25 kg	Toegestaan voor de opstelling van compressoren, vaten en condensoren in een machinekamer of in de open lucht, waarbij verdamper, leidingwerk en appendages in verblijfsruimten zijn geplaatst.	Overeenkomstig NPR 7600:2013. Volgens EN 378:2016 Deel 1 is de maximale hoeveelheid A3 koudemiddel verder gelimiteerd tot $20\% \times \text{LFL} \times \text{Ruimtevolume}$, en niet meer dan 25 kg (met classificatie als toegangsclassificatie c, opstellingsclassificatie II, op of boven begane grond). Bij toegangsclassificatie b is de koudemiddel limiet verder gereduceerd tot niet meer dan 10 kg.
g)	<100 kg	Afwijking van punt f): verhoging van de limiet als genoemd in punt f), onder specifieke voorwaarden.	Onder specifieke voorwaarden is het mogelijk om af te wijken van punt f) en een hoeveelheid A3 koudemiddel toe te passen tot 100 kg per koelsysteem, zie tabellen 2 & 3, en NPR 7600:2013.
h)	-	Geen limiet voor buitenopstelling van de <u>volledige</u> koelinstallatie op of boven begane grond en alleen toegankelijk voor geautoriseerde en geïnstrueerde personen.	Onder specifieke voorwaarden, indien er geen bijzondere risicoverhogende omstandigheden zijn, kan de gevarenclassificatie indeling beperkt blijven tot gevarenclassificatie 2 binnen 1 meter rondom de installatie (gevaarbron), overeenkomstig NPR 7600:2013.
i)	>=100 kg	Inrichting is vergunningplichtig volgens het Besluit Omgevingsrecht.	Dit Werkvoorschrift heeft geen betrekking op koelinstallaties met tenminste 100 kg koolwaterstof; hiervoor wordt verwezen naar NPR 7600:2013.

Werkvoorschrift tabel 2: Opstelling in de open lucht

	Aspect	Details
a)	Definitie "open lucht"	Niet-afgesloten ruimte, eventueel met een dak (NPR 7600:2013).
b)	Wanden en doorlaatbaarheid	-Minstens drie zijwanden gedeeltelijk open naar de buitenlucht. -Roosters met tenminste 75% doorlaat, met een totaal open oppervlakte dat ten minste gelijk is aan 80% van de oppervlakte van de langste wand. -Horizontaal zijn de wanden over tenminste 50% open, verdeeld over de drie zijwanden. -Zowel laag bij de vloer als direct onder het dak is vrije doorstroming mogelijk. -De ruimte onder een hellend dak dient ook voldoende te zijn geventileerd.
c)	Hoogte	Voor de inwendige (open) hoogte-eis van 2,5 m (uit NPR 7910-1) is geen plausibele reden gevonden; wel is het van belang dat de ruimte voldoende hoog is om veilig te kunnen werken.
d)	Plaatsing koelinstallatie in een omkasting	In de omkasting moet te allen tijde worden voorkomen dat zich koolwaterstof koudemiddel (zwaarder dan lucht) kan ophopen. Plaatsing van onderdelen van de koelinstallatie op een frame, gecombineerd met voldoende openingen in de wanden die tot aan de vloer reiken, is een goede uitvoering om ophoping te voorkomen.
e)	Geen opstelling beneden begane grond	Delen van de koelinstallatie mogen niet beneden begane grond niveau zijn opgesteld vanwege het risico voor ophoping van koudemiddel, tenzij plaatselijk wordt afgezogen.
f)	Locatiekeuze	Bij de locatiekeuze van een buitenopstelling dient ervoor te worden gezorgd dat er maximale natuurlijke luchtbeweging rond de opstelling mogelijk is (niet op een windluwe plek).
g)	Plaatsing op een dak	Indien geplaatst op een dak, moet worden vermeden dat koudemiddel zich over het dak kan verspreiden naar ventilatieopeningen en dergelijke.
h)	Zonering	Standaard is de ruimte van 1 meter rondom de buiten opgestelde koelinstallatie ingedeeld als gevarezone 2. Indien er geen bijzondere risico verhogende omstandigheden zijn, kan de gevarezone indeling hiertoe beperkt blijven, ongeacht de hoeveelheid koudemiddel. Aan alle eisen voor gevarezone 2 moet worden voldaan binnen deze zone van 1 meter. Op basis van een RI&E kan worden afgeweken van deze afstand van 1 meter. Potentiële ontstekingsbronnen binnen deze gevarezone 2 moeten in een (schakel)kast onder overdruk worden geplaatst, waarbij de installatie automatisch stilvalt als de overdruk wegvalt (druksensor of flowswitch).
i)	Toegang tot ruimtes	De ruimte binnen deze gevarezone 2 is alleen toegankelijk voor geautoriseerde en geïnstrueerde personen, door toepassing van fysieke belemmeringen en vastgelegd in procedures.
j)	RI&E en extra veiligheidsvoorzieningen, anders plaatsing in machinekamer	Als niet wordt voldaan aan bovengenoemde punten, of als er twijfels zijn over het risico of gevaar van ophoping van koudemiddel in geval van lekkage, gebaseerd op een RI&E en eventueel een gevarezone studie, dan moeten extra veiligheidsvoorzieningen worden toegepast (bijvoorbeeld permanente koudemiddeldetectie, mechanische ventilatie); alternatief is om de koelinstallatie in een machinekamer te plaatsen die voldoet aan alle eisen (zie NPR 7600, NPR 7910-1 en EN 378).

Werkvoorschrift tabel 3: Inpandige opstelling van installatiedelen

	Aspect	Details
a)	Compressoren, vaten en condensoren in machinekamer of open lucht	Bij inpandige opstelling van installatiedelen (met name verdampers, leidingen en appendages) van koelsystemen met een inhoud van tenminste 5 kg koolwaterstof, dienen compressoren, vaten en condensoren te zijn opgesteld in een machinekamer of in de open lucht.
b)	opstelling van overige installatiedelen in algemene of onder toezicht toegankelijke verblijfsruimtes: 1-10 kg	Bij inpandige opstelling van installatiedelen in algemene of onder toezicht toegankelijke verblijfsruimtes, is de hoeveelheid toegestaan A3 koudemiddel in de installatie beperkt tot hoeveelheden tussen de 1 en 10 kg. Gezien het grote aantal mogelijke situaties wordt verwezen naar NPR 7600:2013 en EN 378 voor de details.
c)	opstelling van overige installatiedelen in verblijfsruimtes die alleen toegankelijk zijn voor geautoriseerde en geïnstrueerde personen: maximaal 25 kg	Indien alleen geautoriseerde en geïnstrueerde personen toegang hebben tot verblijfsruimtes, is een maximum van 25 kg A3 koudemiddel toegestaan voor een direct systeem opgesteld op of boven de begane grond (NPR 7600:2013). Aanbevolen wordt om in dit geval ook de limitering van de koudemiddelhoeveelheid in relatie tot het ruimtevolumen aan te houden (tot $20\% \times \text{LFL} \times \text{ruimtevolume}$, volgens EN 378:2016 Deel 1).
d)	Afwijking van punt c): A3 koudemiddel tussen 25 en 100 kg per koelsysteem, onder voorwaarden, onderbouwd met een RI&E en gevarezone studie	<ul style="list-style-type: none"> - Compressoren, vaten en condensoren zijn opgesteld in een machinekamer of in de open lucht. -De overige inpandige delen van het koelsysteem voldoen aan de eisen voor "duurzaam gesloten". -Er wordt voldaan aan de eisen uit het Warenwetbesluit Drukapparatuur, afhankelijk van de categorie-indeling (met speciale aandacht voor kwaliteit van soldeerverbindingen en sterktebeproevingen). -Onderbouwd met een gedetailleerde RI&E en gevarezone-studie, kunnen inpandige installatiedelen die niet duurzaam gesloten zijn (bijvoorbeeld leidingen met appendages) worden geplaatst in een gasbelemmerende omkasting met mechanische ventilatie naar buiten. -De inpandige delen zijn voorzien van een automatische afsluitvoorziening, alarmering, permanente koudemiddeldetectie en noodventilatie. -Alarmering bij koudemiddeldetectie van 10 % LFL; bij 15 % afsluiting vloeistoftoevoer naar inpandige delen, automatische afzuiging (pump-down), gevolgd door automatische stop van de installatie. -De niet-inpandige installatiedelen zijn bij voorkeur eveneens duurzaam gesloten uitgevoerd, maar moeten in ieder geval voldoen aan de eisen voor gesloten systeem.

3. Activiteitenbesluit

Het activiteitenbesluit milieubeheer, waarin eisen worden gesteld aan het in werking hebben van een koelinstallatie met koolwaterstoffen als koudemiddel, verwijst expliciet naar de bepalingen van NPR 7600. In 2015 is dit besluit gewijzigd. Het huidige wijzigingsbesluit van 18 september 2015 vermeldt in § 3.2.6: In werking hebben van een

[KNVvK WERKVOORSHRIJFT Inpandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen](#)

koelinstallatie; onder Artikel 3.16c, dat deze paragraaf van toepassing is op het in werking hebben van: b. een koelinstallatie met een inhoud van ten minste 5 kilogram koolwaterstoffen. NPR 7600:2013 verwijst echter naar een verouderde versie van het Activiteitenbesluit, waarin deze ondergrens 12 kg was.

In het concept Besluit Activiteiten Leefomgeving (BAL) van 2016 wordt eveneens de grens van 5 kg vermeld. Dit BAL zal naar verwachting vanaf 2019 het Activiteitenbesluit uit 2015 gaan vervangen.

4. NPR 7600:2013, EN 378:2008+2012 en EN 378:2016

De NPR 7600: Toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel in koelsystemen en warmtepompen, is gepubliceerd in 2001 en sindsdien twee keer grondig gereviseerd. De laatste versie van NPR 7600 dateert uit 2013. Met de expliciete verwijzing in het Activiteitenbesluit naar NPR 7600 krijgen delen van deze praktijkrichtlijn kracht van wet.

Afwijken van NPR 7600:2013

In de Inleiding en Doelstelling van NPR 7600:2013 wordt aangegeven dat:

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

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

Koudemiddelconcentraties volgens NPR 7600:2013

In NPR 7600:2013 worden de wettelijke grenswaarde en de alarmeringsgrenswaarde (AGW) genoemd. Volgens NPR 7600:2013 zijn voor propaan en Iso-butaan in Nederland geen wettelijke grenswaarden vastgelegd. De NPR geeft voor propaan de lage alarmeringswaarde (wettelijke grenswaarde) 1800 mg/m³ en voor de hoge alarmeringswaarde (AGW) 3600 mg/m³.

NPR 7600:2013 paragraaf 7.3 Automatische koudemiddeldetectie, sub-paragraaf 7.3.1 Alarmeringswaarden, stelt dat het detectiesysteem behoort te zijn voorzien van een laag en een hoog niveau. Het lage niveau behoort een concentratie gelijk aan de wettelijke grenswaarde of lager te kunnen waarnemen. Het hoge niveau behoort een concentratie gelijk aan de AGW of lager, afhankelijk van de risicoanalyse, te kunnen waarnemen

Volgens EN 378 deel 3 kunnen bij risicoanalyses gericht op explosieveiligheid de alarmeringswaarden worden afgeleid van de LFL (Lower Flammability Limit): hoog alarm op ten hoogste 25% LFL; (laag) vooralarm wordt aanbevolen op 10% LFL. Volgens EN 378 deel 1 Annex E is voor propaan de LFL 38000 mg/m³. De bijbehorende waarden voor laag en hoog alarm voor propaan zijn dan 3800 respectievelijk 9500 mg/m³.

- De alarmeringswaarden voor explosieveiligheid liggen dus veel hoger dan de wettelijke grenswaarden voor gezondheidsbescherming. Aanbevolen wordt om voor stationaire detectie de wettelijke grenswaarden en AGW te gebruiken, zoals aangegeven in NPR 7600:2013. KNVvK Werkvoorschrift -Stationaire detectoren voor koolwaterstoffen als koudemiddel- geeft hier meer details over.

Koudemiddelinhoud kleiner dan 150 g volgens NPR 7600:2013

KNVvK WERKVOORSCHRIFT Inpandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen

In NPR 7600:2013 paragraaf 1 wordt vermeld: "Alle systemen met een koudemiddelinhoud < 150 g vallen buiten de NPR 7600:2013. Hiervoor wordt verwezen naar NEN-EN-IEC 60335-2-40 en NEN-EN-IEC 60335-2-89"; bijlage A.1 van NPR 7600:2013 vermeldt dat "Een fabrieksmatig duurzaam gesloten koelsysteem met minder dan 150 g A3-koudemiddel kan zonder beperkingen worden geplaatst in een verblijfsruimte die geen machinekamer of speciale machinekamer is". In EN 378 deel 1 is "fabrieksmatig" omschreven als "geproduceerd in een daartoe ingerichte productielocatie onder een erkend kwaliteitssysteem". In paragraaf 7.2 van dit Werkvoorschrift is aangegeven wat onder "duurzaam gesloten" wordt verstaan.

Koudemiddelinhoud groter dan 100 kg volgens NPR 7600:2013

Volgens paragraaf 5.8 van NPR 7600:2013 zijn "Inrichtingen waar warmtepompen, koel- of vriessystemen aanwezig zijn met een inhoud per installatie van meer dan 100 kg propaan, butaan of een mengsel van propaan en butaan, vergunningplichtig op basis van het Besluit omgevingsrecht, bijlage 1, artikel 2.7, lid p.". Naar de letter van de wet (en NPR 7600:2013) zouden dus inrichtingen met andere koolwaterstof koudemiddelen dan propaan of butaan (met name isobutaan, propeen, DME en mengsels), niet onder deze bepaling vallen en dus niet vergunningplichtig zijn, ongeacht de hoeveelheid. Het wordt aanbevolen om deze vergunningplicht ook te respecteren voor de andere koolwaterstof koudemiddelen, omdat er geen veiligheidsredenen zijn om die anders te beschouwen dan propaan, butaan of een mengsel daarvan.

Vanwege deze vergunningplicht is besloten dat dit Werkvoorschrift geen betrekking heeft op koelinstallaties met een inhoud van meer dan 100 kg koolwaterstof, al staat het een ieder vrij om elementen van dit Werkvoorschrift te gebruiken bij koelinstallaties met een inhoud boven deze grens van 100 kg.

Risico Inventarisatie en -Evaluatie (RI&E) en gevarezone indeling volgens NPR 7600:2013

NPR 7600:2013 verwijst naar NPR 7910-1: Gevarezone-indeling met betrekking tot explosiegevaar - Deel 1: Gasexplosiegevaar. NPR 7910-1 geeft aan dat in ieder geval boven 50 kg koolwaterstof inhoud deze RI&E moet worden uitgevoerd; het wordt in dit Werkvoorschrift aanbevolen die ook bij kleinere inhouden (boven 150 g) uit te voeren. Bij een installatietype dat meerdere keren wordt geproduceerd kan dit eenmalig voor dat type plaatsvinden. Deze RI&E bevat een zoneringsstudie (gevarezone-indeling) overeenkomstig ATEX 153 Richtlijn (voorheen 137 genoemd), vastgelegd in een explosieveiligheidsdocument (EVD), tenzij de RI&E aangeeft dat een zone-indeling niet nodig is. Bij buitenopstelling van de volledige koelinstallatie, opgesteld op of boven de begane grond en alleen toegankelijk voor geautoriseerde en geïnstrueerde personen, is standaard 1 meter rondom de koelinstallatie (gevarenbron) ingedeeld als gevarezone 2, volgens NPR 7600:2013, bijlage C punt 4. Indien er geen bijzondere risicoverhogende omstandigheden zijn, kan de gevarezone indeling hiertoe beperkt blijven, ongeacht de hoeveelheid koudemiddel. Aan alle eisen voor gevarezone 2 moet worden voldaan binnen deze zone van 1 meter. Op basis van een RI&E kan worden afgeweken van deze afstand van 1 meter. Potentiële ontstekingsbronnen binnen deze gevarezone 2 moeten in een (schakel)kast onder overdruk worden geplaatst, waarbij de installatie automatisch stilvalt als de overdruk wegvalt, met gebruikmaking van een overdruksensor of een andere vergelijkbare voorziening.

Opmerking: de vermelde minimale hoeveelheden in NPR 7910-1 kunnen slechts als richtinggevend worden gezien; wettelijk wordt impliciet geëist dat elke hoeveelheid moet worden beoordeeld, in verband met explosiegevaar.

EN 378

De centrale Europese veiligheids- en milieunorm voor koudemiddelen (alle koudemiddelen, zowel synthetische als natuurlijke, met uitzondering van lucht en water) is NEN-EN 378. Delen hiervan zijn in lijn gebracht (geharmoniseerd) met de Machinerichtlijn en de Richtlijn Drukapparatuur. De voorlaatste versie uit 2008, met addenda uit 2012, wordt [KNVvK WERKVOORSHRIJF Inpandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen](#)

in dit Werkvoorschrift vermeld als EN 378:2008+2012. De huidige NPR 7600:2013 verwijst naar deze versie van EN 378.

Eind 2016 is een grondig herziene versie van EN 378 gepubliceerd. Deze herziening heeft onder meer betrekking op de classificatiedetails. Een belangrijke wijziging is dat de nieuwe EN 378:2016 de toegangsklassen van ruimtes (a, b, c) definieert, in tegenstelling tot de oude EN 378:2008+2012 waarin de verblijfsruimte is gecategoriseerd (categorieën A, B, C). Toegang tot een ruimte (vrije toegang, toegang onder toezicht of alleen toegang voor geautoriseerde en geïnstrueerde personen) is in de praktijk een beter hanteerbaar begrip. Hoewel de definities verschillend zijn, is de uitwerking in de praktijk vrijwel gelijk; daardoor is het praktisch belang van deze wijziging klein.

Een andere belangrijke wijziging bij de herziening van EN 378 is de introductie van een nieuwe opstellingsklasse voor koelinstallaties in een geventileerde omkasting (de nieuw geïntroduceerde opstellingsklasse IV). In paragraaf 5 van dit Werkvoorschrift wordt deze nieuwe opstellingsklasse verder toegelicht.

Verder zijn tal van details in deze 2016 versie aangepast, waaronder de maximaal toegestane koudemiddelhoeveelheden afhankelijk van de classificatie van een koelsysteem met bijbehorende opstelling. In de 2016 versie is dit zo gecompliceerd geworden dat het gebruik in de praktijk vrijwel onmogelijk is. Aanbevolen wordt om de classificatie en bijbehorende maximaal toegestane koudemiddelhoeveelheden van EN 378:2008+2012 (overeenkomend met NPR 7600:2013) te blijven gebruiken voor A3 koudemiddelen.

De belangrijkste wijziging in EN 378:2016 is de introductie van een nieuwe brandbaarheidsklasse A2L voor "mild"-brandbare koudemiddelen, met name HFO's en R32. Alle koolwaterstof koudemiddelen behoren tot de klasse A3 (hoog-brandbaar), dus voor dit Werkvoorschrift is deze nieuw brandbaarheidsklasse niet belangrijk.

5. Classificatie volgens NPR 7600 en EN 378

In dit Werkvoorschrift is uitgegaan van de versie NPR 7600:2013, die is gebaseerd op EN 378-1:2008+2012; waar zinvol is geanticipeerd op de wijzigingen in EN 378:2016, waarbij dit expliciet is aangegeven en gemotiveerd.

Het principe van de classificatie in de huidige NPR 7600:2013 is als volgt. Afhankelijk van het type:

- verblijfsruimte (A, B of C);
- opstellingslocatie (a, b of c);
- koudemiddel (A3 voor koolwaterstoffen);
- koelsysteem (direct of indirect);

volgt uit deze classificatie de maximaal toegestane totale hoeveelheid koudemiddel, met eventueel daarbij behorende beperkende voorwaarden en vereiste minimale veiligheidsvoorzieningen.

Van de herziene EN 378:2016 is voor A3 koudemiddelen vooral de nieuwe opstellingsklasse IV van belang. EN 378:2016 introduceert in Deel 1 paragraaf 3.2.10 een nieuwe opstellingsklasse IV "geventileerde omkasting". Dit is een manier om de lucht in een eenvoudig uitgevoerde omkasting van de koelinstallatie via een ventilatiekanaal naar buiten te voeren zonder in direct contact te komen met de lucht in een verblijfsruimte; hierbij is dus geen sprake van plaatsing in een speciale ruimte of machinekamer. In de normatieve bijlage C van deze norm, tabel C.2 — Eisen aan de toegestane koudemiddeelinhoud van koelsystemen gebaseerd op brandbaarheid, blijkt dat voor deze opstellingsklasse IV - Geventileerde omkasting, onder alle toepassingsomstandigheden voor A3 koudemiddelen een maximum inhoud van $m^3 = 130 m^3 \times LFL$ geldt; voor propaan komt dit neer op 5 kg. Boven die grens moet de opstellingsruimte voldoen aan de eisen van machinekamers, of een opstelling in de open lucht. Om deze reden kan boven de 5 kg, waar mogelijk, beter worden gekozen voor opstelling in de open lucht, in plaats van de in EN 378:2016 nieuw gecreëerde optie van een geventileerde omkasting.

KNVvK WERKVOORSHRIJF Inpandige toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen

6. Opstelling in de open lucht

Dit Werkvoorschrift gaat over in pandige opstelling van koelinstallaties. In de meeste gevallen is opstelling in de open lucht veiliger, eenvoudiger en goedkoper dan in pandige opstelling (in een (verblijfs)ruimte of machinekamer). Daarom wordt aanbevolen om in die gevallen waar dat praktisch mogelijk is, de koelinstallatie in de open lucht op te stellen.

De definitie van en eisen aan een opstelling "in de open lucht", zijn echter complex omschreven, en verschillend geformuleerd in normen en richtlijnen. In de volgende paragrafen wordt dit verduidelijkt.

6.1 Opstelling in de open lucht volgens NPR 7600:2013 en NPR 7910-1

In NPR 7600:2013 wordt in paragraaf 5.3 "classificatie van de opstelling" de opstelling in de "openlucht" beschreven. Dit leidt tot opstellingsklasse b) (alleen compressoren, vloeistofvaten en condensoren in machinekamer of open lucht) of c) (alle koudemiddel bevattende delen in machinekamer of open lucht). Dit betekent dus dat opstelling in de open lucht is gelijkgesteld aan opstelling in een machinekamer. Omdat er eisen aan de uitvoering van een dergelijke machinekamer worden gesteld, is in de meeste gevallen opstelling in de open lucht eenvoudiger en goedkoper.

In Bijlage C _Gevarenzone-indeling voor een koelsysteem- van NPR 7600:2013 staat:

"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 gevaarzone het gebied binnen 1 m van de installatie."

NPR 7600:2013 verwijst hierbij naar NPR 7910-1: Gevaarzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar - Deel 1: Gasexplosiegevaar. De omschrijving van "buitenlucht" en "open gebouw" uit NPR 7910-1. wordt hieronder toegelicht.

Ventilatie in de buitenlucht en een open gebouw

Bij installaties die in de buitenlucht zijn opgesteld wordt er meestal van uitgegaan dat er voldoende luchtbeweging is, waarbij de luchtsnelheid zelden kleiner is dan 0,5 m/s. Belangrijk hierbij is dat er geen wezenlijke hindernissen aanwezig zijn. Hiervan zal in de praktijk een inschatting moeten worden gemaakt. Bij een installatie in de buitenlucht, maar die in een hoek bij een gebouw is geplaatst, kan mogelijk onvoldoende luchtbeweging aanwezig zijn.

Wat is een open gebouw?

Een open gebouw is volgens de definitie van NPR 7910-1 een gebouw dat:

- horizontaal over tenminste 50% open is, verdeeld over 3 wanden. Dus een gebouw dat alleen aan de voorzijde open is, is geen open gebouw, maar wordt beschouwd als een gesloten gebouw
- verticaal een open hoogte heeft van ten minste 2,5 m, waarbij zowel laag bij de vloer als direct onder het dak vrije doorstroming mogelijk is. De ruimte onder een hellend dak dient ook voldoende te zijn geventileerd.

Zodra een open gebouw aan de genoemde voorschriften voldoet, wordt de ventilatie gelijk gesteld aan die van de buitenlucht omstandigheden. Dus bijvoorbeeld een secundaire gevaarbron in een open gebouw zal een overeenkomstige zoneklasse geven, namelijk zone 2.

Voldoet een situatie niet aan de voorwaarden van buitenlucht omstandigheden of open gebouw, dan is de situatie een gesloten gebouw. De term "gebouw" moet hier ruim worden geïnterpreteerd; het gaat om een constructie (bouwconstructie of omkasting) waarin zich koudemiddel bij lekkage kan ophopen.

Opmerkingen over deze definitie van "open gebouw"

- Voor de inwendige (open) hoogte-eis van 2,5 m in bovenstaande definitie is geen plausible reden gevonden in relatie tot de explosiesico's van daarin opgestelde koelinstallaties; wel is het van belang dat de ruimte voldoende hoog is om veilig te kunnen werken.
- Een minimum windsnelheid van 0,5 m/s wordt hier genoemd. Volgens de Beaufortschaal komt dit overeen met windkracht 1, zwakke wind, windsnelheid tussen 0.3 en 1.5 m/s, op een windkracht schaal van 0 tot 12. Uit diverse bronnen blijkt dat de frequentie van voorkomen van snelheden beneden 0,5 m/s in Nederland ver beneden de 1 % ligt. Bij de locatiekeuze van een buitenopstelling is het wel van belang ervoor zorg te dragen dat er maximale natuurlijke luchtbeweging rond de opstelling mogelijk is (niet op een windluwe plek) om zeker te kunnen zijn dat de minimum windsnelheid van 0,5 m/s wordt bereikt.

6.2 Opstelling in open lucht volgens EN 378:2008+2012

In EN 378:2008+2012 Deel 1, 3.2.11 staat als definitie voor "open lucht" een "niet-omsloten ruimte, al dan niet overdekt".

EN 378:2008+2012 Deel 3 vermeldt in paragraaf 4.2 dat:

... "een koelinstallatie in de open lucht zodanig moet zijn geplaatst dat wordt vermeden dat koudemiddel lekt in een gebouw of anderszins personen in gevaar kan brengen. Indien geplaatst op een dak moet worden vermeden dat koudemiddel zich over het dak kan verspreiden en in ventilatieopeningen voor luchtverversing, deuren of vergelijkbare openingen kan verspreiden in geval van lekkage. Een beschermende behuizing ("shelter") voor koelinstallaties in de open lucht moet zijn voorzien van natuurlijke of geforceerde ventilatie.

De locatie van koelinstallaties in de open lucht moet zodanig worden gekozen dat koudemiddellekkage in aangrenzende gebouwen of ander gevaar voor personen wordt voorkomen.

Opmerking: Opstelling in een ruimte waar minstens één van de lange wanden open is naar de buitenlucht door middel van roosters met 75% doorlaat, over ten minste 80% van deze wandoppervlakte (of het equivalent indien meer dan één wand aan de buitenlucht grenst), wordt beschouwd als een opstelling in de open lucht."

6.3 Opstelling in open lucht volgens EN 378:2016

De definitie en eisen van EN 378:2016 zijn inhoudelijk vrijwel identiek aan de 2008+2012 versie, met de toevoeging in deel 3 paragraaf 4.2: "Voor koelinstallaties die buiten zijn geïnstalleerd op een plaats waar bij een lekkage zich koudemiddel kan ophopen, bijvoorbeeld onder begane grond niveau, dan moet de opstelling voldoen aan de eisen voor gasdetectie en ventilatie van machinekamers (zie 5.13, punten 8 en 9). Voor koudemiddelen van klasse 2L, 2 en 3 zijn de eisen betreffende ontstekingsbronnen in EN 378-2: 2016, 6.2.14 van toepassing."

6.4 Conclusies en aanbevelingen ten aanzien van opstelling in open lucht

- In die gevallen waar dat praktisch mogelijk is, wordt aanbevolen om de koelinstallatie in de open lucht op te stellen.

- Er is sprake van opstelling in de open lucht als is voldaan aan de in deze paragraaf genoemde definities en eisen uit EN 378:2008+2012, EN 378:2016, NPR 760:2013 en NPR 7910-1. Deze definities en eisen zijn niet consistent en lastig te interpreteren. De combinatie van eisen en definities leidt tot de volgende aanbeveling:
 - o minstens drie zijwanden zijn gedeeltelijk open naar de buitenlucht, door middel van roosters;
 - o Deze roosters hebben tenminste 75% doorlaat, met een totaal open oppervlakte dat ten minste gelijk is aan 80% van de oppervlakte van de langste wand;
 - o horizontaal zijn de wanden over tenminste 50% open, verdeeld over de drie zijwanden;
 - o verticaal is voldoende inwendige (open) hoogte, waarbij zowel laag bij de vloer als direct onder het dak vrije doorstroming mogelijk is;
 - o de ruimte onder een hellend dak dient ook voldoende te zijn geventileerd

Opmerking: Voor de inwendige (open) hoogte-eis van 2,5 m is geen plausibele reden gevonden in relatie tot de explosierisico's van daarin opgestelde koelinstallaties; wel is het van belang dat de ruimte voldoende hoog is om veilig te kunnen werken.

- De opstelling moet altijd op of boven de begane grond zijn, waardoor ophoping van hoge concentraties aan brandbaar koudemiddel wordt vermeden, tenzij plaatselijke mechanische ventilatie wordt toegepast.
- In een omkasting moet te allen tijde worden voorkomen dat zich koolwaterstof koudemiddel (zwaarder dan lucht) kan ophopen. Plaatsing van onderdelen van de koelinstallatie op een frame, gecombineerd met voldoende openingen in de wanden die tot aan de vloer reiken, is een goede uitvoering om ophoping te voorkomen.
- Indien geplaatst op een dak, moet worden vermeden dat koudemiddel zich over het dak kan verspreiden en in ventilatieopeningen (EN 378:2008+2012)
- Koudemiddellekkage in aangrenzende gebouwen of ander gevaar voor personen moet worden voorkomen. (EN 378:2008+2012)
- Een RI&E moet in ieder geval boven 50 kg koolwaterstof inhoud worden uitgevoerd (NPR 7910-1), maar het wordt in dit Werkvoorschrift aanbevolen die ook bij kleinere inhouden (boven 150 g) uit te voeren, inclusief een zoneringsstudie, vastgelegd in een explosieveiligheidsdocument (EVD), tenzij de RI&E aangeeft dat een zone-indeling niet nodig is.
- Bij buitenopstelling van de volledige koelinstallatie, opstelling op of boven de begane grond en alleen toegankelijk voor geautoriseerde en geïnstrueerde personen, is standaard 1 meter rondom de koelinstallatie (gevaarbron) ingedeeld als gevarezone 2, ongeacht de hoeveelheid koudemiddel. Op basis van de RI&E kan worden afgeweken van deze afstand van 1 meter. Potentiële ontstekingsbronnen binnen deze gevarezone 2 moeten in een (schakel)kast onder overdruk worden geplaatst, waarbij de installatie automatisch stilvalt als de overdruk wegvalt, met gebruikmaking van een overdruksensor of een andere vergelijkbare voorziening.
- De toegang tot de buitenopstelling moet zodanig zijn uitgevoerd, met de bijbehorende procedures, dat alleen geautoriseerde en geïnstrueerde personen kunnen toetreden tot de gevarezone.
- Bij de locatiekeuze van een buitenopstelling moet ervoor zorg worden gedragen dat er maximale natuurlijke luchtbeweging rond de opstelling mogelijk is (niet op een windluwe plek).
- Als niet wordt voldaan aan bovengenoemde punten, of als er bijzondere omstandigheden zijn die het risico of gevaar van ophoping van koudemiddel in geval van lekkage significant verhogen, dan moeten extra veiligheidsvoorzieningen worden toegepast (bijvoorbeeld permanente detectie, mechanische ventilatie), of moet de opstelling in een ruimte worden geplaatst die aan alle eisen voor machinekamers voldoet (zie NPR 7600, NPR 7910-1 en EN 378). Onderbouwing van deze veiligheidsvoorzieningen is gebaseerd op een RI&E en gevarezone studie.

7. Inpandige opstelling van koelinstallatiedelen

7.1 Standaard voorwaarden volgens NPR 7600:2013 en EN 378

In veel gevallen is het in de praktijk gewenst om verdampers, leidingwerk en appendages in verblijfsruimtes te kunnen toepassen. De opstelling van compressoren, vaten en condensoren is in dat geval in een machinekamer of in de open lucht. Afhankelijk van de toegangsklasse van de ruimte is de maximale koudemiddelhoeveelheid beperkt tot de hieronder gegeven waarden.

- Indien deze verblijfsruimtes algemeen toegankelijk zijn (al dan niet onder toezicht), is de hoeveelheid toegestaan A3 koudemiddel in de installatie beperkt. Hoeveelheidsgrenzen tussen 1 en 10 kg A3 koudemiddel worden aangegeven, afhankelijk van classificatie- en toepassingsdetails. Dit betreft algemene toegang (verblijfsruimte klasse A of toegangsklasse a, volgens EN378:2008+2012 respectievelijk EN 378:2016), en toegang onder toezicht (verblijfsruimte klasse B of toegangsklasse b, volgens EN378:2008+2012 respectievelijk EN 378:2016). Omdat het aantal varianten en aanvullende voorwaarden in EN 378 erg groot is, is het niet mogelijk om alle varianten in dit Werkvoorschrift op te nemen; hiervoor wordt verwezen naar NPR 7600 en EN 378.
- Bij toegang tot deze verblijfsruimtes enkel door geautoriseerde en geïnstrueerde personen (verblijfsruimte klasse C of toegangsklasse c, volgens EN378:2008+2012 respectievelijk EN 378:2016), is een maximum van 25 kg A3 koudemiddel toegestaan, met de aanvullende voorwaarde dat een direct systeem in dat geval opgesteld moet zijn op of boven de begane grond. Volgens EN 378:2016 Deel 1 is de maximale hoeveelheid A3 koudemiddel in de bovengenoemde situatie extra gelimiteerd tot $20\% \times \text{LFL} \times \text{ruimtevolume}$, en niet meer dan 25 kg.

7.2 Toegestane afwijking van de standaard voorwaarden volgens NPR 7600:2013

Onder specifieke voorwaarden is het toegestaan om af te wijken van bovenstaand punt en een hoeveelheid A3 koudemiddel toe te passen tussen 25 en 100 kg per koelsysteem, op basis van de tekst in de Inleiding en Doelstelling van NPR 7600:2013:

“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.”

Op basis van onderbouwingen bij een aantal gerealiseerde projecten worden hieronder de voorwaarden en maatregelen gegeven die tot een gelijkwaardig veiligheidsniveau leiden.

De volgende punten zijn aan de orde bij inpandig toepassing van A3 koudemiddel in verblijfsruimtes die alleen toegankelijk zijn voor geautoriseerde en geïnstrueerde personen (verblijfsruimte klasse C of toegangsklasse c, volgens EN378:2008+2012 respectievelijk EN 378:2016).

- Compressoren, vaten en condensoren zijn opgesteld volgens de voorwaarden voor opstelling in de open lucht, of zijn geplaatst in een (speciale) machinekamer, opstellingstype b volgens NPR 7600:2013 of opstellingsklasse II volgens EN 378:2016. Hiervoor wordt verwezen naar paragraaf 6 van dit Werkvoorschrift, waarin de opstelling in de open lucht wordt beschreven.
- Het inpandig deel van het koelsysteem voldoet aan de eisen voor “duurzaam gesloten”, overeenkomstig NPR 7600:2013, paragraaf 3.14: “(hermetisch) duurzaam gesloten systeem is een koelsysteem waarbij alle koudemiddel bevattende onderdelen (lek)dicht zijn gemaakt door middel van lassen, hardsolderen of een vergelijkbare permanente verbinding”. Er moet worden voldaan aan de eisen uit het Warenwetbesluit Drukapparatuur, afhankelijk van de categorie-indeling van componenten, installatiedelen en het gehele koelsysteem (samenstel). Daarbij komt met name de kwaliteit van soldeerverbindingen aan de orde, met name non-destructief (radiografisch) onderzoek, al dan niet steekproefsgewijs, kwalificatie van de persoon die soldeerverbindingen uitvoert en de sterktebeproevingen.
- Inpandig installatiedelen die niet duurzaam gesloten zijn uitgevoerd, kunnen worden geplaatst in een gasbelemmerende omkasting met mechanische ventilatie naar buiten, mits dit is onderbouwd met een gedetailleerde RI&E en gevarenczone-studie.

KNVvK WERKVOORSHRIJF Inpandig toepassing van koolwaterstoffen als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen

- De in pandige delen zijn voorzien van een gezamenlijke automatische afsluitvoorziening, overeenkomstig NPR 7600:2013.
- Er zijn alarmering, permanente koudemiddeldetectie en noodventilatie aangebracht, volgens de voorschriften uit NPR 7600:2013.
- Bij koudemiddeldetectie van 10 % LFL wordt automatisch de alarmering ingeschakeld; bij 15 % wordt de vloeistoftoevoer naar in pandige delen automatisch afgesloten, de in pandig installatiedelen automatisch afgezogen via de zuigleiding (pump-down), en vervolgens wordt de installatie automatisch gestopt.
- De niet-in pandige installatiedelen zijn bij voorkeur eveneens duurzaam gesloten uitgevoerd, maar moeten in ieder geval voldoen aan de eisen voor gesloten systeem overeenkomstig paragraaf 3.12: "gesloten systeem is een koelsysteem waarbij alle koudemiddel bevattende onderdelen (lek)dicht zijn gemaakt door middel van flenzen, schroefverbindingen of vergelijkbare verbindingen".

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)