

INHOUD

KOOLWATERSTOFFEN	PAG. 2
INLEIDING	PAG. 2
EIGENSCHAPPEN	PAG. 3
VEILIG WERKEN	PAG. 4
WELKE STAPPEN?	PAG. 4
EVD, WERKVERGUNNING, TRA	PAG. 4
EXPLOSIEVEILIGHEIDSDOCUMENT	PAG. 4
WERKVERGUNNING	PAG. 4
TAAKRISICO ANALYSE	PAG. 6
VOORDAT JE AAN DE SLAG GAAT	PAG. 9
DETECTIE	PAG. 9
ONTSTEKINGSBRONNEN	PAG. 9
PERSOONLIJKE BESCHERMINGSMIDDELEN EN APPARATUUR	PAG. 9
CHECKLIST	PAG. 10
NU DE PRAKTIJK	PAG. 11
SOLDEREN, SLIJPEN EN LASSEN	PAG. 12
VACUMEREN	PAG. 12
GEBRUIK GESCHIKTE KOUEMIDDELEN	PAG. 12
VEILIG AFBLAZEN VAN KOUEMIDDEL	PAG. 13
TIPS EN TRUCS KOOLWATERSTOFFEN EN OLIE	PAG. 14
VERSMERING	PAG. 14
DE KOUDE START REGELEN	PAG. 14
DE COMPRESSOR REGELING	PAG. 15
AFSLUITEND	PAG. 15

EEN PRAKTISCHE HANDLEIDING

VEILIG WERKEN MET KOOLWATERSTOFFEN

1. KOOLWATERSTOFFEN

INLEIDING

Koolwaterstoffen zijn natuurlijke koudemiddelen welke de afgelopen jaren steeds populairder zijn geworden vanwege milieuvriendelijkheid en efficiëntie. Koolwaterstoffen hebben een Lage GWP (Global Warming Potential) en een hoge energie-efficiëntie, resulterend in hoog koelvermogen t.o.v. een laag stroomverbruik.

Koolwaterstoffen zijn brandbaar en daarom moet je bij het werken met deze koelinstallaties je bewust zijn van de mogelijke risico's en de juiste veiligheidsprocedures volgen. Denk bijvoorbeeld aan het dragen van de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen en het opvolgen van de geldende wet- en regelgeving.

Dit document geeft aandachtspunten voor veilig werken aan koelinstallaties gevuld met koolwaterstoffen welke buiten staan opgesteld met een maximum koudemiddelinhoud van 50 kg.

Uitgangspunt is dat de koelinstallatie vakkundig is geplaatst en aan alle wettelijke eisen voldoet.

Dit document is bedoeld als algemene leidraad voor veilig werken aan koelinstallaties gevuld met koolwaterstoffen. Het is geen handleiding of werkinstructie en vervangt geen wettelijke voorschriften of professionele training.

EIGENSCHAPPEN

Koolwaterstoffen worden al enkele decennia gebruikt als koudemiddel voor huishoud koel- en vrieskasten. Hiervoor wordt hoofdzakelijk gebruik gemaakt van isobutaan (R600a).

Medio 2010 is er als gevolg van veranderende milieuwetgeving meer vraag gekomen naar

het gebruik van natuurlijke koudemiddelen in commerciële en industriële koelapparatuur. Hierdoor is het gebruik van koolwaterstoffen als koudemiddel toegenomen. Vaak gebruikte koolwaterstoffen zijn propaan (R290), propaan (R1270), isobutaan (R600a) en n-butaan (R600).

Hieronder een aantal specifieke eigenschappen en toepassingen van bovengenoemde koudemiddelen.

	Propaan(R290)	Propeen(R1270)	Isobutaan(R600a)	Butaan(R600)
Veiligheidsklasse	A3 (niet giftig, sterk brandbaar)	A3 (niet giftig, sterk brandbaar)	A3 (niet giftig, sterk brandbaar)	A3 (niet giftig, sterk brandbaar)
Praktische limiet (kg/m3)	0,008	0,008	0,011	0,008
Brandbaarheid LFL (kg/m3)	0,038	0,046	0,043	0,038
Zelfontbrandings-temperatuur(°C)	470	455	460	365
Toepassing	Chillers, cascade-systemen, split-airco, warmtepompen	Chillers, cascade-systemen, warmtepompen	Huishoudkoelkast, HT-warmtepompen	HT-warmtepompe voor o.a. stoomproductie
Vergelijkbaar met chemisch koudemiddel	R22, R407C etc	R507, R404A etc.	R134a	
Zwaarder dan lucht	Ja	Ja	Ja	Ja
Geur door mens waarneembaar	Nee	Ja	Nee	Ja

2. VEILIG WERKEN

WELKE STAPPEN?

Het is goed om je altijd bewust te zijn van de risico's die aan werkzaamheden aan installaties met koolwaterstof kleven. Om aan deze installaties te mogen werken ben je verplicht om een A1 of A2-certificering te hebben. Voordat je gaat werken aan de installatie, zorg dat je directe omgeving ingericht is om veilig te werken en dat de nodige voorzorgsmaatregelen genomen zijn. Als je werkzaamheden gaat uitvoeren aan een met koolwaterstof gevulde koelinstallatie houdt dan in ieder geval met de volgende zaken rekening:

- Stel je op de hoogte van organisatorische maatregelen van je werklocatie. Denk hierbij aan zaken als:
 - Is er een explosieveiligheidsdocument aanwezig?
 - Wie is de beheerder?
 - Is er een calamiteitenplan?
 - Waar bedien ik de noodstop
- Controleer altijd de omgeving; meet met je persoonlijke gasdetector en controleer de voorzieningen (vluchtdeur bereikbaar en niet geblokkeerd). Koolwaterstoffen zijn zwaarder dan lucht (ook in de gasvorm) waardoor bij lekkage de hoogste concentratie laag bij de grond of op het dak te vinden zal zijn.
- Zorg voor voldoende ventilatie.
- Maak de installatie spanningsvrij maar zorg dat, indien aanwezig, het noodcircuit in bedrijf blijft (gasdetectie en ventilatie).
- Voor aanvang van werkzaamheden controleer je het systeem met je lekdetector (let op de installatie is nu spanningsvrij, detectoren kunnen uitgeschakeld zijn).
- Heb je het systeem koudemiddelvrij gemaakt, controleer nogmaals de concentratie voordat je vlam-, vonk of laswerkzaamheden uit gaat voeren.
- Gebruik vonk vrij gereedschap tijdens koudemiddelhandelingen.
- Draag antistatische werkkleding.

EVD, WERKVERGUNNING, TRA

Voordat je begint, vraag je om het explosieveiligheidsdocument, controleer je de werkvergunning en maak je een taakrisico analyse. Zorg dat je bekend met het noodprotocol en weet waar noodstopschakelaars zitten.

EXPLOSIEVEILIGHEIDSDOCUMENT

Een explosieveiligheidsdocument (EVD) is een document dat wordt opgesteld om de veiligheid te



waarborgen in werkomgevingen waar explosiegevaar aanwezig is. De gebruiker van de propaaninstallatie is volgens Arbowet verplicht deze te hebben. In dit document staat onder meer een beschrijving van technische en organisatorische maatregelen om explosiegevaar te voorkomen en noodprocedures in geval van een explosie.

WERKVERGUNNING

Bij werkzaamheden zoals heet werk (lassen, snijden, enz.) en het openen van een installatie, moet je soms schriftelijke toestemming van je opdrachtgever hebben. Je moet aan je opdrachtgever een werkvergunning vragen, dit moet je met hem doornemen en als het duidelijk is en je akkoord kunt gaan, zetten zowel jij als je opdrachtgever een handtekening op dit document. Vaak is dit de hoofd TD, degene die de werkvergunning afgeeft.

Werklocatie:					
Beschrijving werkzaamheden:					
Geldigheid	Datum:	Tijd van	uur tot	uur	
Naam buitenwacht:		Werkgever:			
Naam uitvoerende:		Werkgever:			
Te nemen maatregelen door hoofd TD		Te nemen maatregelen door uitvoerende (i.o.m. hoofd TD)		Persoonlijke beschermingsmiddelen	
Handtekening vergunningverlener					

TAAKRISICO ANALYSE

Je moet een taak risicoanalyse (TRA) maken voor het werk dat je gaat uitvoeren. Een TRA is een checklist, waar activiteiten op staan en de risico's die hierbij horen. De risico's waar je mee te maken hebt zijn, onder meer:

- Bevriezingsverschijnselen
- Verbranding
- Explosie
- Besloten ruimte

Voor deze risico's kun je beheersmaatregelen nemen. Deze zijn dan bijvoorbeeld het dragen van de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen, zorgen dat er een brandblusser aanwezig is en het gebruik van vonkvrij gereedschap.

Op de volgende pagina's vind je een voorbeeld van een TRA.



	Taak Risico Analyse			
	Opgesteld door:			Datum:
	Bedrijf:			Ordernummer: Opdracht:

Nr.	Taak of activiteit	Risico's	Beheersmaatregelen	Verantwoordelijk
Werkzaamheden met:				
1		•	•	•
2		•	•	•
3		•	•	•
4		•	•	•
5		•	•	•
6		•	•	•
7		•	•	•
8		Risico's vanuit de omgeving:	•	•
9			•	•
10			•	•
Naam uitvoerende:		Naam verantwoordelijke: Handtekening:		
Handtekening:				
Toelichting/opmerkingen:				



	Taak Risico Analyse		
	Datum:		
	Opgesteld door:	Ordernummer:	
Bedrijf:	Opdracht:		

Nr.	Activiteit / risico	Ja	Nee	Nr.	Activiteit / risico	Ja	Nee
1	Blootstelling aan open elektriciteit: actieve delen in nabijheid mogelijk contact met onder spanning staande delen	☐	☐	16	Bewegende delen of objecten: equipment met draaiende delen / lopende banden / ontbreken afscherming(en) / testen equipment	☐	☐
2	Blootstelling aan gevaarlijke stoffen: lekkage / overvullen / drainen van systemen / openen leidingen, equipment / wegsparren / MSDS raadplegen	☐	☐	17	Vallen / struikelen / beklemming: ontbreken van hekwerk / obstakels in looppad / werken met een ladder / nauwe ruimte / werken op hoogte / kabels en slangen	☐	☐
3	Brand c.q. vonkvorming: slijpen / statische elektriciteit / (snij)branden / lassen / aanstralen / wegsparren	☐	☐	18	Vallen van voorwerpen: onder, boven elkaar werken / communicatie los gereedschap / beperkt afzettingsgebied / losse onderdelen	☐	☐
4	Zelfontbranding: peroxiden / gas- dampvorming / temperatuur	☐	☐	19	Verkeer: intern transport / invloed verkeer op wzh / blokkeren weg(en)	☐	☐
5	Explosie (stof, gas): vrijkomen gas/damp / ontgassen equipment / werken aan rioolsystemen / gashoudend systeem / opeenhoping (vrijkomen) van stoffeeltjes / EX-zone	☐	☐	20	Alleen werken: afgelegen area's / 's nachts / ontbreken hulp bij ongeval / communicatieprobleem / chemische stoffen / slecht bereikbare werkplek	☐	☐
6	Vergiftiging / zuurstoftekort: werken nabij, met stikstof / H ₂ S / HCl / CO / stof / NH ₃ / O ₂ / CO ₂	☐	☐	21	Verschillende werkdisciplines: onoverzichtelijk werk / coördinatie ontbreekt / wederzijdse invloed / meerdere contractors	☐	☐
7	Blootstelling aan straling: NDO / radioactieve bronnen	☐	☐	22	Geluid: geluidsniveau / constant / pieken / omgevingslawaaï	☐	☐
8	Speciaal werk c.q. nieuwe werkmethode: geen procedure / niet eerder uitgevoerd, bijv. slopen, chemisch reinigen e.d.	☐	☐	23	Bevriezing / verbranding: producttemperatuur / stoom / gassen onder druk / ongeïsoleerde leidingen en apparatuur / tracing	☐	☐
9	Werken op hoogte (zonder steiger): vluchtwegen / onder elkaar werken / op daken / op ladder / valbeveiliging	☐	☐	24	Invloed van het weer / omgevingsklimaat: wind / storm / sneeuw onweer / regen / ijzel / extreem hoge of lage temperatuur	☐	☐
10	Besloten ruimte: ventilatie / zuurstof / tox. stoffen / toegang / vluchtweg / verlichting / communicatie / BHV	☐	☐	25	Verlichting / donker: zichtbaarheid / toegankelijkheid / verblinding / slechte verlichting / uitvallen verlichting	☐	☐
11	Bewegingsruimte: nauwe ruimte / slechte toegang / slecht bereikbaar / ongunstige houding	☐	☐	26	Graafwerkzaamheden: instorten / bodemvervuiling / kabels / gasvorming / draagkracht bodem / omgevingsfactoren / grondwater	☐	☐
12	Hijzen: grondconditie / omgevingsfactoren / overbelasting / wzh in hijsgebied / communicatie / scherpe randen / overzichtelijkheid	☐	☐	27	Risico's uit de omgeving: nabijegelegen installaties / equipment / gassen en dampen uit de omgeving / andere activiteiten	☐	☐
13	Fysiek zwaar werk: trilling / werkhouding / overbelasting / kou / hitte / ongunstige houding / tillen zware of onevenwichtige last	☐	☐	28	Tijdsdruk: werkijden / ontbreken van planning / ongepland werk / improvisatie / installatie snel weer in bedrijf	☐	☐
14	Milieubelasting: lekkage / slopen / luchtmissie / stank / lozing naar riool of oppervlaktewater / bodem- en/of grondwater-verontreiniging / afvoer afvalstoffen	☐	☐	29	Ander werk boven / naast / onder: communicatie / afspraken / vluchtwegen / vallen voorwerpen	☐	☐
15	Processtoring, productvervalsing: productieverlies / beschadiging installatie / foutieve metingen / verlies van grondstoffen	☐	☐	30	Andere risico's	☐	☐

VOORDAT JE AAN DE SLAG GAAT

Wanneer je gaat werken met brandbare koudemiddelen, zijn er 4 zaken waar je altijd op moet letten:

- Zorg dat je omgeving goed geventileerd is, pas indien nodig geforceerde ventilatie toe, met behulp van een geschikte ventilator (Ex).
- Zorg dat je continu detectie hebt.
- Zorg dat je omgeving vrij is van ontstekingsbronnen binnen een straal van 3m.
- Zorg dat er een blusapparaat binnen handbereik is. Dit moet een type zijn met droog poeder met een capaciteit van minstens 2 kg of een CO2-blusser met een equivalente capaciteit.

DETECTIE

De Arbowet verplicht het om persoonlijke detectie te hebben. Bij het uitvoeren je werk moet je een gasmeter hebben die als volgt is ingesteld:

- Alarm 1: 10 % LEL (afgesteld op methaan of het brandbare koudemiddel)
- Alarm 2: 20 % LEL (afgesteld op methaan of het brandbare koudemiddel)

De concentratie van een gas kan op verschillende manieren worden uitgedrukt. Hogere concentraties worden in volumepercent VOL% aangegeven. In lucht is bijvoorbeeld 20.9 VOL% zuurstof aanwezig. Lagere concentraties worden uitgedrukt in ppm (parts per million). Voor de verhouding tussen ppm en VOL% geldt: 1 VOL% = 10.000 ppm.

Voor propaan worden de volgende waarden aangehouden:

10 % LEL = 2100 ppm = 3800 mg/m³

20 % LEL = 4200 ppm = 7600 mg/m³

Naast de gasdetector is je elektronische lekzoeker een belangrijk stuk gereedschap om je te beschermen. Deze is ingesteld op een nauwkeurigheid van 5 ppm en zal ook kleine hoeveelheden propaan detecteren. Dit is vooral handig als je werkt in de buitenlucht. Let op deze elektronische lekdetector moet Ex uitgevoerd zijn.

ONTSTEKINGSBRONNEN

Als er in de nabijheid van een koelinstallatie een ontstekingsbron aanwezig is, kan een lekkage leiden tot een explosie. Een explosie is uit te sluiten door:

- te voorkomen dat een explosieve atmosfeer ontstaat. Dit kan door lekkage te vermijden of

door de concentratie te verlagen door middel van ventilatie;

- te voorkomen dat ontstekingsbronnen aanwezig zijn op plaatsen waar zich een explosiemengsel kan voordoen. Indien elektrische apparatuur moet worden gebruikt.

Wanneer je gaat werken moet je voorzorgsmaatregelen nemen om ontstekingsbronnen te voorkomen:

- kies je Ex-apparatuur cat. 3G;
- roken en open vuur is verboden;
- voorkom mechanische vonken door het gebruik van geschikt gereedschap;
- draag werkkleding en schoenen van materiaal dat niet kan overgaan tot elektrostatische lading;
- voorkom statische ladingen door goede aarding toe te passen;
- elektrisch onderdelen kunnen vonken veroorzaken, kies geschikt apparatuur (categorie 3).

Enkele voorbeelden van elektrische onderdelen die vonken veroorzaken zijn:

- Aan/uit-schakelaars, vb. elektrisch stopcontact, vacuümpomp, recuperatie-unit;
- Lichtschakelaars;
- Standaard thermostaten;
- Standaard compressorrelais en overbelastingsbeschermers (klaxons);
- Standaard pressostaten (hogedruk, lagedruk, olie verschildruk);
- Standaard timers (vb. voor ontdooiing) en controllers.

Elektrische toestellen die voldoen aan EN6007 deel 7 of 15, zijn geen ontstekingsbronnen bij toepassing op een zone 2-classificatie. Het type elektrische beveiliging heeft betrekking op de zone. Normaal gesproken is zone 2 van toepassing, maar als de zone anders is, kunnen er andere component-classificaties van toepassing zijn.

PERSOONLIJKE BESCHERMINGSMIDDELEN EN APPARATUUR

Naast persoonlijke detectie zijn de volgende persoonlijke beschermingsmiddelen vereist:

- (Brandvrije/antistatische) werkkleding en schoenen van materiaal dat niet kan overgaan tot elektrostatische lading;
- Gelaatscherm/veiligheidsbril;
- Gehoorbescherming;
- Werkhandschoenen. Gebruik, tijdens het vullen of aftappen van koudemiddel en bij werkzaamheden waarbij leidingen worden geopend waarin koudemiddel aanwezig kan zijn, handschoenen als bescherming tegen bevriezingsgevaar en

tevens tegen chemische risico's, conform EN 374:2016. Werkhandschoenen moeten antistatisch zijn.

Gereedschappen moeten vonkvrij zijn (geschikt voor de zone). Zorg er ook voor dat je een verplaatsbare ventilator (Ex) bij je hebt en er een brandblusser beschikbaar is. Als er 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.

CHECKLIST

Propan is een vluchtig koudemiddel, zelfs nadat een installatie koudemiddelvrij is gemaakt en gespoeld is met stikstof kan er sprake zijn van uitdampend koolwaterstof. Daarom is het belangrijk dat voordat je gaat werken aan het koudemiddelencircuit of gaat lassen of solderen, je altijd detectie uitvoert. Hierna volgt een checklist om te controleren of alle voorzorgsmaatregelen zijn getroffen.

Checklist veilig werken		Akkoord Aanwezig	Niet akkoord Afwezig
1	Bekendheid met de stof		
2	Alle personen die werken in de omgeving moeten worden geïnstrueerd over de aard van het werk dat wordt uitgevoerd		
3	Alle onderhoudsmedewerkers zijn geïnstrueerd		
4	Heetwerkvergunning verkrijgen van opdrachtgever (indien nodig)		
5	Attentie bij gebruik van open vuur (maatregelen genomen bij werkzaamheden zoals hardsolderen, lassen en slijpen)		
6	Afvoermogelijkheden voor R-290		
7	Geschikte brandblusapparatuur (CO ₂ of droogpoeder type) beschikbaar in de directe omgeving		
8	Blusdeken beschikbaar		
9	Gelaatsbescherming en werkhandschoenen/werkkleding aanwezig		
10	Bekend met vluchtweg(en) en nooduitgang(en), zijn deze vrij en toegankelijk		
11	Werken binnen besloten ruimten moet worden vermeden		
12	Het gebied rond de werkruimte moet worden afgezet		
13	Plaatsen van passende signalering, met inbegrip van de borden "Niet roken" en "Verboden toegang voor onbevoegden"		
14	Geen brandbare materialen aanwezig in het werkgebied		
15	Geen ontstekingsbronnen aanwezig in het werkgebied		
16	Bekend met het noodprotocol*		
17	Bekend met noodstopschakelaars en inlokafsluiters (indien aanwezig)		
18	Het werkgebied moet goed geventileerd worden voordat wordt aangevangen met werken aan het koudemiddelcircuit of vóór het solderen of werken aan het elektrische systeem		
19	Ventilatie moet het vrijgekomen koudemiddel veilig verspreiden en naar buiten verdrijven		
20	Geschikte gasdetectors voor brandbare gassen aanwezig die werknemers waarschuwen bij een gevaarlijke concentratie van koude-middel en dat de gebruikte gasdetectors vonkvrij, verzegeld of intrinsiek veilig zijn		
21	Alle juiste en noodzakelijke gereedschappen en hulpmiddelen moeten beschikbaar zijn, indien nodig antistatisch en vonkvrij.		
22	Stikstof (doorblazen en verdrijven)		
23	Noteer de codering van de detectieapparatuur voor koolwaterstof		
24	Zijn de vereiste keuringen voor deze detectie in het logboek genoteerd?		

3. NU DE PRAKTIJK

Nu we alle theoretische en organisatorische maatregelen zoals hierboven hebben doorlopen zijn we klaar voor de praktijk.

Wat gaan we doen?

1. Controleer en draag je persoonlijke gasdetectie.
2. Draag anti-statische kleding en overige benodigde PBM's.
3. Plaats een geschikte brandblusser (CO₂ of ABC-poeder) in je werkgebied. Controleer de datum!
4. Zorg dat er geen onbevoegde personen binnen je werkgebied kunnen komen. Zet het gebied af met lint en plaats waarschuwborden:



Ontvlambare stoffen



Vuur, open vlam en roken verboden



Verboden de werf te betreden



5. Controleer of er in de nabije omgeving deuren of openingen zijn waardoor bij koudemiddellekkage koudemiddel het gebouw in kan stromen. Sluit of dek deze indien nodig af. Zorg ervoor dat deuren in de nabije omgeving niet onverwacht geopend kunnen worden.
6. Controleer de windrichting en wees je ervan bewust welke kant het koudemiddel opgeblazen wordt bij een onverwachte lekkage.
7. Zorg voor voldoende ventilatie. Bij installaties zonder mechanische ventilatie kan dit door simpelweg de omkasting zo veel mogelijk te openen. Indien de installatie een (explosieveilige) ventilator heeft kan deze worden ingeschakeld. Plaats indien er weinig tot geen natuurlijke

ventilatie (tocht, wind) voelbaar is een explosieveilige ventilator nabij het punt waar koudemiddelhandelingen worden uitgevoerd. Zorg dat de ventilator het gas wegblaast naar een veilige richting. Denk hierbij aan de windrichting!

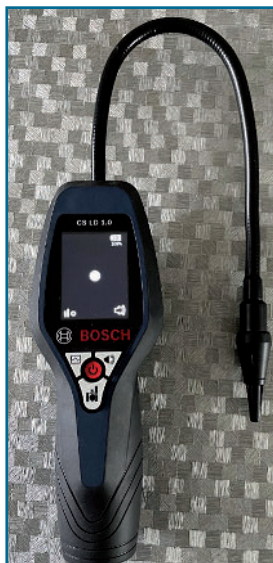
8. Zorg dat je de juiste koeltechnische gereedschappen in je werkgebied hebt. Specifieke koeltechnische gereedschappen geschikt voor koolwaterstoffen zijn o.a:



Persoonlijke gasdetectie



Meterset



Lekdetectie



Cilindernippel met linkse draad



Vacuümpomp



Afpompunit

Let op: Niet op alle gereedschappen staat duidelijk vermeld of deze geschikt zijn voor A3-koudemiddelen. Controleer bij twijfel de gebruiksaanwijzing of vraag het de leverancier!

9. Zorg dat de installatie waaraan gewerkt moet worden probleemloos spanningsloos geschakeld kan worden. Laat de installatie indien nodig en mogelijk een pump-down actie doen voordat je spanningsloos schakelt.

10. Vul je checklist in.

11. Controleer de installatie met je lekzoeker op lektheid.
12. Sluit je meterset aan.
13. Voer de benodigde koudemiddelhandelingen uit.
14. Voer aan het einde van de koudemiddelhandelingen nogmaals een lekcontrole uit.
15. Beëindig je werkzaamheden en stel je omgeving hiervan op de hoogte.

SOLDEREN, SLIJPEN EN LASSEN

Voordat we kunnen beginnen met werkzaamheden waarbij vuur gebruikt wordt of vonken kunnen ontstaan, dient uiteraard eerst de installatie vrij te zijn van koudemiddel. Wees je ervan bewust dat koolwaterstoffen een hoge oplosbaarheid hebben



in koelolie. Dit is doorgaans de reden dat na het koudemiddelvrij maken van een systeem de druk toch langzaam weer kan gaan oplopen. Het uitdampen van olie kost tijd en hiermee dient serieus rekening te worden gehouden. Onderschat dit fenomeen niet!

Om veilig te kunnen werken met vuur of vonken kan het volgende als leidraad worden aangehouden:

- Verzeker jezelf ervan dat de gehele installatie koudemiddelvrij is. Dus geen ingeblokte systeemdelen vol laten met koudemiddel!
- Laat na het vrij maken van koudemiddel de installatie enige tijd uitdampen.
- Blaas of pomp het uitgedampte koudemiddel af.
- Spoel het installatiedeel waaraan gewerkt moet worden door met stikstof. Let ook hierbij op dat het enige tijd in beslag neemt voordat er overal stikstof aanwezig is.
- Controleer met je lekdetector of er nog koudemiddel aanwezig is in het betreffende systeemdeel.
- Hef de zonering op.
- Blijf doorspoelen met stikstof en voer vervolgens de werkzaamheden uit.

VACUMEREN

Indien systeemdelen gevacumeerd moeten worden, wees je dan ook hier bewust van het uitdampen van koudemiddel uit olie. Zodra de druk in het systeem verlaagd wordt door de vacuümpomp kan er weer koudemiddel uit de olie gaan verdampen. Het is daarom belangrijk dat een geschikte vacuümpomp gebruikt wordt. Let ook op bij de plaatsing van de vacuümpomp, dat de mogelijke gassen die uit deze pomp komen veilig kunnen worden afgevoerd.

Net als bij elk ander koelsysteem is het belangrijk dat er op een juiste manier gevacumeerd wordt. Dus stand tijd in acht nemen en breken met stikstof!

GEbruik GESCHIKTE KOUDEMIDDELEN

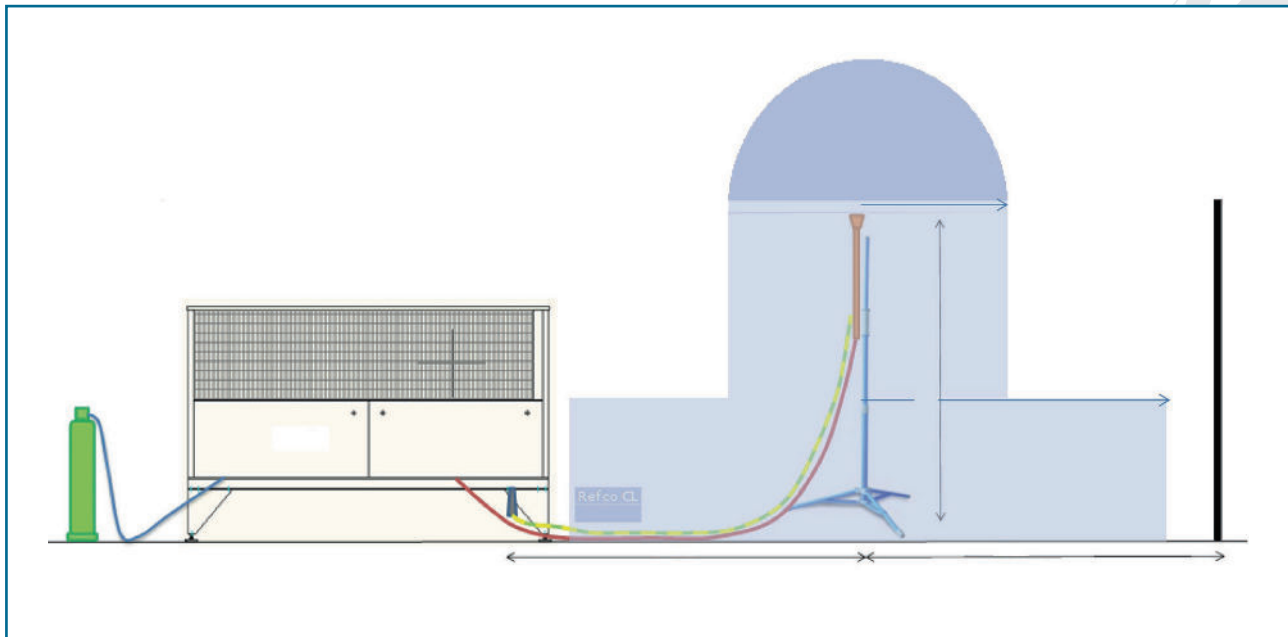
Omdat de toepassing van koolwaterstoffen breed is dient men bij het vullen op te letten dat de juiste kwaliteit gebruikt wordt. Om hier helemaal zeker van te zijn is het advies om enkel gebruik te maken van cilinders waarop het R-nummer vermeld staat. Deze hebben hogere zuiverheid dan standaard gassen en geen geurstof toegevoegd. Indien dit niet voorhanden is kan men ook gebruik maken van industriële koolwaterstoffen met een zuiverheid van 99,5%. Cilinders met propaan of butaan welke bij pompstations e.d. verkocht worden zijn niet geschikt, deze zijn o.a. verontreinigd met vocht.

VEILIG AFLAZEN VAN KOUEMIDDEL

Voor onderhoud aan de koudemiddelinstallatie kan het nodig zijn om het koudemiddel langzaam af te blazen. Dit kan gevaarlijk zijn omdat er tijdens het afblazen een explosief mengsel kan ontstaan. Daarom moeten we een veiligheidszone, de zogenaamde risicocontour, vaststellen voor deze handeling. We gaan uit van een maximale hoeveelheid koudemiddel die we per seconde kunnen laten ontsnappen, namelijk 10 gram. Hierdoor wordt de veiligheidszone bepaald op een afstand van 14 meter van het afblaaspunt. We gebruiken hiervoor het hoedjesmodel, dit model is een manier om de gevarenszone bij explosiegevaar te visualiseren. Stel je voor dat het afblaaspunt van het koudemiddel als de top van een hoed is. De 'rand' van de hoed vormt dan de grens van de gevarenszone, waarbinnen de explosieve atmosfeer aanwezig kan zijn. In deze zone gelden dezelfde eisen aan ontstekingsbronnen en openingen naar binnenruimten.

Let op: Hier moet continue gemeten worden aan de grens van de contour, om te beoordelen of je onder de LEL-waarde blijft.

Let op: Bij het afblazen van koudemiddel kan olie mee worden geblazen. Dit doet zich voornamelijk voor bij het afblazen van vloeistof. Om dit te voorkomen kan men ervoor kiezen hiervoor een afscheidingsmechanisme te gebruiken. Bij grote hoeveelheden is het raadzaam het koudemiddel in cilinders af te pompen.



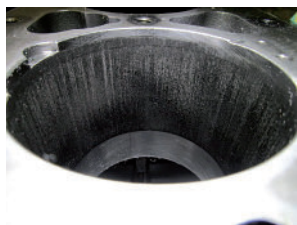
Voordat de koelinstallatie geïnstalleerd wordt, moet het afblaassysteem bepaald zijn. Dit moet zijn vastgelegd op de plattegrond. Er moet goede aarding zijn tussen de unit en het afblaaspunt. Hier kan een slang, met daarin een aardingsdraad verwerkt, voor gebruikt worden.

4. PRAKTIJKERVARING TIPS EN TRUCS

KOOLWATERSTOFFEN EN OLIE; VERSMERING

De oplosbaarheid van een koolwaterstof in koelolie is hoog, uiteraard enigszins afhankelijk van het type olie (POE, PAG of mineraal). Indien er te veel koudemiddel in de olie in het carter is opgelost leidt dit tot versmering en een te hoge olie-uitstoot. Hierdoor komt olie in overige systeemdelen terecht.

Versmering is het fenomeen waarbij koudemiddel op lageroppervlakten uit de olie verdampt en de smeefilm ter plaatse onderbreekt. Dit kan leiden tot onder meer onderstaande schadebeelden in zuigercompressoren.



Hoonstructuur cilinderwand bijna volledig weggesleten door versmering



Glijlager krukas zwaar beschadigd door versmering



Binnenwerk oliepompe beschadigd door versmering

Versmering kent diverse oorzaken:

1. Opstart met teveel opgelost koudemiddel in de olie. Door de plotselinge drukdaling t.g.v. het opstarten van de compressor kookt het koudemiddel uit de opgeloste olie. Oorzaak kan zijn een defecte carterverwarming of een compressor die in een koude luchtstroom staat opgesteld waardoor de carterverwarming onvoldoende vermogen heeft.
2. Onvoldoende oververhitting. Veel compressorfabrikanten schrijven een minimale persgas oververhitting voor van 20K voor koolwaterstoffen. Om dit te bereiken wordt soms een zuiggaswisselaar geplaatst tussen vloeistof- en zuigleiding. Bij een lage condensatietemperatuur

i.c.m. een hoge zuigdruk kan in winterse omstandigheden de vereiste oververhitting nog steeds niet worden gehaald. Voor het behoud van de machine kan het dan beter zijn om de minimale condensatietemperatuur te verhogen.

Een defect of slecht werkend expansieventiel kan ook een oorzaak zijn.

3. Een te plotselinge daling van de zuigdruk. Zoals we weten is er altijd een percentage van het koudemiddel opgelost in de olie. Wanneer zich nu een sterke drukdaling in het systeem voordoet zal een deel van deze olie uitdampen en een opschuimend carter veroorzaken.



Opschuimend carter t.g.v. te sterke daling zuigdruk

DE KOUDE START REGELEN

Chillers en cascade-systemen die met koolwaterstoffen werken, zijn vaak compact en hebben niet zoveel koudemiddel nodig. Deze systemen maken gebruik van directe expansie. De opstart bij lage buitentemperaturen kan lastig zijn, dit is afhankelijk van de constructie, hoe ze worden geregeld (aanwezigheid van een startdrukregeling) en of er een vloeistofvat is of niet, en wat voor soort condensor er is. Vooral in Nederland zijn de condensoren vaak groot voor de winter, vanwege regels in de Energielijst (EIA).

Bij het opstarten kunnen problemen ontstaan. Als de installatie een tijdje uit staat, koelen de onderdelen af tot de buitentemperatuur. De druk in de condensor is nagenoeg gelijk aan de zuigdruk. Als we de installatie dan starten, zakt de zuigdruk snel weg en de machine schakelt even later uit op lage zuigdruk. De druk in de condensor krijgt geen kans om op te bouwen. Dit herhaalt zich een paar keer totdat de installatie blijft draaien of in storing gaat.

Wat er gebeurt, is het volgende: Bij het opstarten is de vloeistofdruk laag, waardoor het drukverschil tussen vloeistof en zuig klein is. Het expansieventiel kan daardoor niet veel vloeistof in de verdampers spuiten, wat betekent dat er maar weinig verdampt.

Dit betekent ook dat er weinig gas naar de compressor gaat. Maar de compressor levert wel veel koelvermogen omdat de zuig- en persdruk dicht bij elkaar liggen. Hierdoor daalt de zuigdruk snel en verdampt het koudemiddel snel uit de olie in het carter (en overige compressoronderdelen), wat leidt tot schuimvorming en slijtage van de compressor.

Om dit te voorkomen, zijn er verschillende maatregelen mogelijk:

- Een deel van de condensor afsluiten (luchtzijdig).
- Een vloeistofvat- en tankdrukregeling gebruiken.
- Een beheerste opstart doen, door de compressor eerst een tijdje op minimaal vermogen te laten draaien.

DE COMPRESSOR REGELING

Om het fenomeen versmering te voorkomen is het zaak dat de installatie stabiel draait. Het is belangrijk om de zuigdruk en condensdrukregeling niet te nerveus in te stellen zodat zuigdrukschommelingen, en dan met name snelle daling van de zuigdruk wordt voorkomen. Om opschuiming van olie te voorkomen kan een maximale drukdaling van 1K per minuut worden aangehouden.

De meeste compressorfabrikanten geven aan hoe lang de compressor minimaal moet draaien (2-5 minuten) en hoe vaak hij per uur mag worden gestart (meestal niet meer dan 8 keer). Deze informatie staat in de handleiding van de compressoren.

AFSLUITEND

Het werken met koolwaterstoffen lijkt veel op het werken met chemische koudemiddelen maar kenmerkt zich door de gevaren die op de loer liggen. Men dient bewust om te gaan met de gevaren en zich te realiseren dat het werken aan deze installaties meer tijd vergt. Planners, werkvoorbereiders en projectleiders moeten hiervan doordrongen zijn en er realistisch mee omgaan. Is dit niet het geval, waardoor er tijdsdruk bij de monteur komt te liggen, dan neemt de kans zienderogen toe dat er stappen worden overgeslagen en men in een gevaarlijke situatie terecht komt.

De ervaring leert dat koolwaterstoffen prima koudemiddelen zijn waarmee veilig gewerkt kan worden. **Het is gewoon een kwestie van je gezond verstand gebruiken!**

