



# Koelinstallaties, inspectie en onderhoud

## **COPYRIGHT ROVC**

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnemen, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise without the prior written permission from the publisher.

# Inhouds opgave

<b>1 Inspectie en onderhoud uitvoeren .....</b>	<b>5</b>
Inleiding .....	7
Voorbereiding .....	8
Afspraken klant .....	9
Veiligheidsaspecten .....	10
Specifieke aandachtspunten .....	11
Inspectie uitvoeren .....	14
Meetgereedschap .....	18
Onderhoud uitvoeren .....	26
Inbedrijfstellen en testen .....	27
Afronden van de werkzaamheden .....	28
Bijlagen .....	29
Theorie opgaven .....	30
Case Inspectie aan chiller-unitgebouw .....	31
Foto's van inspectie onderhoud .....	37
<b>2 Vervangen van componenten .....</b>	<b>39</b>
Inleiding .....	41
Vervangen component .....	42
Bijlage .....	48
Theorie opgaven .....	49
Case Vervangen elektronisch expansieventiel .....	50
Opdrachten .....	53
<b>3 Verbeteradviezen klant .....</b>	<b>55</b>
Inleiding .....	57
Gebruik van de installatie .....	58
Het vervangen/repareren van onderdelen .....	61
Duurzaamheid .....	63
Milieueisen .....	67



## Inspectie en onderhoud uitvoeren



## Inleiding

Een belangrijke taak van een servicemonteur is het uitvoeren van inspecties en onderhoud aan bestaande koelinstallaties. Je controleert de conditie van de installatie en componenten. Daarnaast controleer je of de koelinstallaties op de gewenste condities werkt. Daarbij zijn duidelijke afspraken met de klant en het vastleggen van je werkzaamheden ook belangrijk.

Het werken met een checklist en een vast format voor een servicerapport helpen je daarbij om gestructureerd te werken.



---

**Figuur 1** Inspectie koelinstallatie

Hierbij komen de volgende onderwerpen aan bod

- Voorbereiding
- Afspraken klant
- Veiligheidsaspecten
- Inspectie uitvoeren
- Meetgereedschap
- Onderhoud uitvoeren
- Inbedrijfstellen en testen
- Afronden werkzaamheden

## Voorbereiding

Voordat je aan een opdracht begint bereid jij je altijd goed voor. Hiermee voorkom je dat je, tijdens je werkzaamheden bij een klant, allerlei problemen tegenkomt die tijd en geld kunnen kosten. Als je bijvoorbeeld niet de juiste middelen bij je hebt, moet er van alles geregeld worden. Zodat jij verder kunt met het onderhoud en de reparatie. Dat kost veel tijd en moeite en leidt tot extra kosten.

### Voorbereiden op bedrijf

De meeste bedrijven werken met een opdrachtbon of een werkoverdrachtsformulier. Het is noodzakelijk om het formulier goed te lezen. Daarbij moet jezelf afvragen of je alles op het formulier begrijpt. Je bent dan in staat om je een beeld te vormen van de situatie die je kunt verwachten en je kunt bepalen wat je mogelijk nodig hebt om je werk uit te voeren.

Als je de opdracht ziet stel je jezelf de vraag

- Wat moet ik doen?
- Waar moet dit gebeuren?
- Wanneer moet dit gebeuren?
- Hoe moet ik dit uitvoeren?
- Beschik ik over alle benodigde documentatie?
- De documentatie van de koelinstallatie is vaak bij de installatie aanwezig, maar de gegevens over het te vervangen component hoort bij het component. Het kan ook zijn dat je iets via het internet bij een leverancier moet opzoeken.
- Heb ik het benodigde gereedschap? Denk na of je gereedschap of een hulpmiddel nodig hebt die je niet standaard bij je hebt.

## Afspraken klant

Je bespreekt de werkzaamheden die je gaat uitvoeren vooraf met de klant of gebruiker. Daarbij is het belangrijk af te spreken hoe lang de installatie eventueel uit bedrijf is tijdens het onderhoud en wat de risico's zijn voor de producten of de toepassing. Geef ook aan, als er reparaties nodig zijn of onderdelen die vervangen moeten worden, dat je dit vooraf bespreekt in verband met kosten en tijd. Laat de klant meebeslissen en daardoor verantwoordelijk zijn voor de keuzes die gemaakt worden. Noteer dit ook op het servicerapport.

Vraag aan de klant ook naar huisregels of procedures die van toepassing zijn in de omgeving waar je aan het werk gaat. Denk hierbij aan helmplicht, zichtbare bezoekerspas, toegang tot gebouwen(dak), brandmelderinstallatie (rookontwikkeling bij solderen).

Vraag ook wie je eerste aanspreekpunt is bij vragen. Dit kan iemand anders zijn dan de persoon die je ontvangt. Gedraag je als een professionele servicemonteur en ambassadeur van je bedrijf. Dit is van grote invloed op de tevredenheid van de klant.

## Veiligheidsaspecten

Als je bij de koelinstallatie aankomt, beoordeel je de situatie en trek je jouw conclusies over de gevolgen van het werk dat je gaat uitvoeren. Dit wordt ook wel een Last-Minute-Risico-Analyse genoemd (LMRA).

LMRA		Gaat het toch mis?	
(LAATSTE MINUUT RISICO ANALYSE)			
1. Weet ik wat ik moet doen, waar, wanneer en hoe?	<input type="button" value="ja"/>	<input type="button" value="nee"/>	1. Zorg voor je eigen veiligheid
2. Heb ik de juiste (goedgekeurde) middelen?	<input type="button" value="ja"/>	<input type="button" value="nee"/>	2. Alarmeer direct je leidinggevende
3. Heb ik de juiste PBM voor dit werk?	<input type="button" value="ja"/>	<input type="button" value="nee"/>	3. Indien nodig alarmeer:  (niet dringend) <b>Politie: 0900 8844</b>
4. Is de werkomgeving veilig voor mijzelf, de omgeving en derden?	<input type="button" value="ja"/>	<input type="button" value="nee"/>	(als elke minuut telt) <b>Hulpdiensten: 112</b>

Één of meerdere keren **NEE** geantwoord? Of zie je een ander risico?  
Neem maatregelen of laat maatregelen nemen. Alles **JA**? Start het werk.

---

**Figuur 2** Last-Minute-Risico-Analyse (LMRA)

## Gevaren koudemiddelen

De koudemiddelen in een koelinstallatie brengen verschillende gevaren met zich mee. Sommige van deze gevaren worden hier kort toegelicht. Informatie over specifieke koudemiddelen zoek je op in de veiligheidsinformatiebladen van leveranciers van koudemiddelen.

## Specifieke aan-dachtpunten

### Locatie

- Altijd jezelf en eventuele collega's aanmelden bij de klant / beheerder / operator / toezichthouder.
- Bij einde werkzaamheden klant / beheerder / operator / toezichthouder informeren over de stand van zaken en afmelden.
- Op de locatie informeert men eerst of er aanvullende regels en eisen zijn.



### Vergunningen

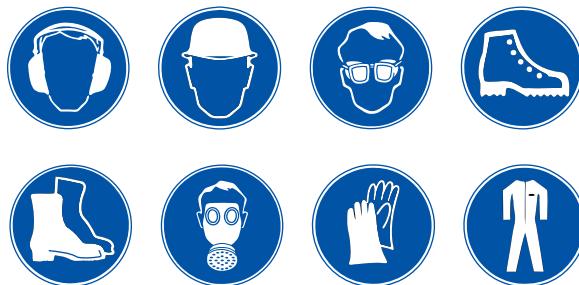
- Informeer de klant/beheerder/operator/toezichthouder wat je precies gaat doen.
- Werkvergunning aanvragen (indien van toepassing).
- Noodnummers noteren (T.D., bewaking, bedrijfsbrandweer en hulpdiensten).

### Veiligheidsvoorschriften en pictogrammen

- Zorg er voor dat men ten aller tijde de voorgeschreven (ook te herkennen aan de diverse pictogrammen) veiligheidsmaatregelen in acht neemt!!!
  - Voor jezelf voor anderen en de omgeving.
  - Gebruik hiervoor de PBM's (Persoonlijke Beschermings Middelen).
  - Middelen om je werkplek te markeren.

### PBM's

- Werkkleding en werkschoenen.
- Gehoorbescherming.
- Veiligheidsbril.
- Veiligheidshelm.
- Werkhandschoenen
- Enkele gebruikelijke pictogrammen



### Extra aanvulende beschermingsmiddelen

- Valbeveiliging met looptuin bij op hoogte werken (dakranden).
- Valbeschermingsharnas bij op hoogte werken.
- Persoonlijke zuurstof/ CO<sub>2</sub> detektie.
- Volgelaatsmasker met filterbus ten behoeve van NH<sub>3</sub>.

### Middelen om werkplek te markeren

- Afzettlint.
- Informatie borden met pictogrammen.
- Mensen in directe omgeving informeren (door mensen te informeren kan je bijvoorbeeld aangeven dat de looproute of vluchtweg voor hen anders moet zijn in verband met de werkzaamheden).

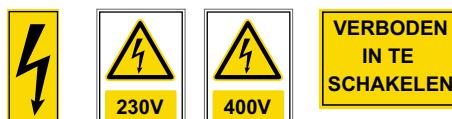
## Vluchtwegen

- Controleer waar de verzamelplaats is bij een calamiteit.
- Vluchtwegen van de werkplek controleren op deugdelijkheid en eventueel vrij maken van obstakels.
- Oogdouche (als er zich een calamiteit voordoet op de werkplek is het handig om te weten waar de eerste hulpmiddelen zich bevinden op de vluchtroute).
- Nooddouche (als er zich een calamiteit voordoet op de werkplek is het handig om te weten waar de eerste hulpmiddelen zich bevinden op de vluchtroute).
- Enkele gebruikelijke pictogrammen zijn:



## Elektra spanningsloos

- Gebruik altijd geïsoleerd en gekeurd gereedschap.
- Nooit zekeringen of automaten in/uit zetten als werkschakelaars nog ingeschakeld is of als machines nog in bedrijf zijn.
- Bij voorkeur spanningsloos meten, indien de situatie het niet toelaat om spanningsloos te meten moet men het te meten gebied zo klein mogelijk houden en de rest afschermen om aanraking met stroomvoerende delen te voorkomen.
- Zekeringen verwijderen en/of werkschakelaars blokkeren met een hangslot.
- Enkele gebruikelijke pictogrammen



## Draaiende machines

- Wees alert op draaiende delen van compressoren, ventilatoren, pompen en andere apparatuur met draaiende delen.
- Verwijder nooit beschermkappen/korven bij ingeschakelde compressoren, ventilatoren, pompen en etc.
- Machines altijd uitschakelen en elektrisch vergrendelen om te voorkomen dat deze kan starten tijdens werkzaamheden.
- NOOIT vastgrijpen met je handen aan ventilator korven, de ventilatorbladen zijn vaak vlijmscherp.
- Enkele gebruikelijke pictogrammen



## Automatische detectie

- Detectie niet overbruggen.
- Sensoren niet afschermen of afplakken.

## Besloten ruimtes en koudemiddel

- Machinekamers koel / vries / tunnels cellen kunnen allemaal besloten ruimtes zijn.
- **LET OP!** Natuurlijke en chemische koudemiddelen kunnen in besloten ruimtes levensbedreigend zijn.
- Bij lekkage in besloten ruimte kunnen chemische koudemiddelen en CO<sub>2</sub> zuurstof verdringen, deze koudemiddelen zijn zwaarder dan lucht en daarom zo gevaarlijk, vooral extra aandacht in kelders en lager gelegen delen van het systeem. Ook al zit de lekkage een aanzienlijke afstand hoger het koudemiddel hoopt zich altijd in de lager gelegen delen op.
- NH<sub>3</sub> hoge concentraties vermijden, zeer giftig.
- Hoge concentratie NH<sub>3</sub> in combinatie met zuurstof is explosief.
- Bij lage concentraties volgelaatmasker met filterbus gebruiken.
- Werkzaamheden in de buurt van NH<sub>3</sub>, dan moet er altijd en volgelaatsmasker met filterbus onder handbereik zijn om te kunnen vluchten.
- Enkele gebruikelijke pictogrammen



## Bevriezings letsel (verbranding)

- Kom nooit in aanraking met vloeibaar koudemiddel. Door de lage verdampingstemperaturen van het koudemiddel loopt men zware brandwonden op. 1e, 2e en 3e graads brandwonden zijn geen uitzondering.
- Kom nooit ombeschermde in contact met materialen die opgesteld of opgeslagen zijn in zeer koude ruimten (vriescel/tunnels). De menselijke huid is relatief warm en vochtig, de kans bestaat op vast vriezen. Hierdoor kunnen brandwonden en bij het lostrekken ernstige open wonden ontstaan.
- Enkele gebruikelijke pictogrammen



## Inspectie uitvoeren

Inspectie en onderhoud voer je uit aan de hand van het servicerapport. Hierop staan alle belangrijke punten van de installatie en componenten genoemd die je gaat controleren. Bij een inspectie controleer je eerst of de installatie is voorzien van een kenplaat met alle noodzakelijke gegevens. Als deze ontbreekt of wettelijk vereiste gegevens niet compleet zijn ingevuld dan maak je deze of zorg je voor de aanvulling.

Servicerapport koelinstallatie				
				
Klant				
Projectnummer				
Monteur naam en F-gas registratienummer				
Reden werkzaamheden				
Koudemiddel vullen/aftappen, kg, flesnr				
Datum werkzaamheden				
Installatiegegevens	Notatie	IBSG*	Inspectie	Opmerkingen
Installatie identificatienummer				
Koudemiddel type / inhoud	kg			
Kenplaat koelinstallatie	ja/nee/nvt			
Kenplaat compressor	ja/nee/nvt			
GWP waarde typeplaatje	x			
CO2-equivalent	ton			
Logboek	ja/nee/nvt			
Soort installatie	koel/vries/overig			

**Figuur 3** Voorbeeld servicerapport

Koelinstallatie	
	
<b>Bevat onder het protocol van Kyoto vallende gefluoreerde broeikasgassen.</b>	
Installatie identificatienummer	Koeltechniek-trainer 19
Naam leverancier/installateur	ECR/ROVC
Type koelinstallatie	2-traps installatie
Type koudemiddel	R448a
GWP	1387
CO <sub>2</sub> -equivalent	19.42 ton EQ. CO <sub>2</sub>
Totale koudemiddelvulling (kg) van de installatie	14 Kg
Hermetisch systeem / niet Hermetisch systeem	Semi-Hermetisch
Datum installatiecontrole	15-4-2013

**Figuur 4** Kenplaat koelinstallatie verplichte gegevens vanaf 1 januari 2017

Daarnaast controleer je of het complete logboek aanwezig is. Hierin vind je ook een koeltechnisch schema, wat je helpt bij het vertrouwd raken met een onbekende installatie. Je voert een zintuiglijke inspectie uit van de staat van de hele installatie, leidingwerk en de afzonderlijke componenten. Door ervaring kun je op basis van een zintuiglijke inspectie al veel zien, horen en voelen of er problemen met een installatie zijn.



**Figuur 5** Verouderde isolatie koelleiding



**Figuur 6** Expansieventiel volledig in ijs

De andere specifieke inspectiepunten van componenten vind je in de TechTake en de documentatie van fabrikanten.

## Inspectie leidingwerk

Een aantal belangrijke inspectiepunten bij leidingwerk zijn

- Beugelwerk in orde; loshangende leidingen kunnen (door trillingen) afscheuren
- Isolatie van de zuigleiding; niet verouderd en compleet aanwezig, voorkoming van condens-ijsvorming of opwarming koudemiddel waar dit niet gewenst is
- Soms ook de isolatie van de vloeistofleiding, handhaven van de onderkoeling
- Geen beschadigingen: kerven, knikken, verbuigingen, corrosie

## **Bedrijfscondities controleren en registeren**

Bij het inspecteren voer je ook metingen uit van belangrijke temperaturen en drukken in de installatie. Deze staan ook op het servicerapport aangegeven. Je maakt hierbij gebruik van je meterset en een losse temperatuurmeter. Je vergelijkt de actuele condities met de inbedrijfstelgegevens. Deze kunnen wel wat van elkaar afwijken afhankelijk van de actuele bedrijfscondities. Bij grote afwijkingen ga je onderzoeken (storingzoeken) wat de mogelijke oorzaak kan zijn. Hiervoor is kennis nodig van het koelkringlooppces.

Daarnaast meet je de opgenomen stroom (L1, L2, L3) van compressoren en ventilatoren. Vergelijk deze met de waarde die staan bij de inbedrijfstelgegevens of met de waarden op het typeplaatje. Ook hier geldt, wat doe je als de waarden significant afwijken?

## **Testen van regelingen en beveiligingen**

Tijdens de inspectie met een draaiende installatie controleer je de werking van regelingen en beveiligingen voor zover dit mogelijk is.

- Controleer de werking (instelling) van de pressostaten of drukbeveiligingen door een hoge en lage druk te creëren
- Test de werking van de ontroofing door deze via de regeling handmatig te activeren
- Test de capaciteitsregeling van de condensor, aansturing ventilatoren
- Test de werking van de thermostaat, in- uitschakeling van de installatie en compressor
- Test de werking van de carterverwarming in- uitschakelen

## **Wettelijke inspecties**

### **Verplichte lekcontroles**

Binnen de Europese unie is sinds 1 januari 2015 een nieuwe F-gassenverordening van toepassing ((EU) nr. 517/2014) die voorschrijft hoe vaak een installatie gecontroleerd moet worden op lekkage.

Het gaat om installaties met synthetische koudemiddelen (HFK's)

- 5-50 ton CO<sub>2</sub>-equivalent 1x per 12 maanden
- 50-500 ton CO<sub>2</sub>-equivalent 1x per 6 maanden
- >500 ton CO<sub>2</sub>-equivalent 1x per 6 maanden en automatische lekdetectie verplicht

Als de installatie is voorzien van een permanente, automatische lekdetectie dan mag de termijn worden gehalveerd. Echter, dit lekdetectiesysteem moet jaarlijks worden gecontroleerd.

Voor januari 2015 was de controlefrequentie gebaseerd op de hoeveelheid koudemiddel in de installatie.

Een voorbeeld

- Een koelinstallatie met 50 kilogram koudemiddel R134a
- R134a heeft een GWP-factor van 1430
- Het CO<sub>2</sub>-equivalent is: 50 x 1430/1000 = 71,5 ton CO<sub>2</sub>

De GWP-waarden van koudemiddelen zijn officieel vastgelegd in de EU-verordening.

### **Logboek**

In een logboek registreer je o.a. alle lekcontroles. Dit is verplicht voor installaties vanaf 5 ton CO<sub>2</sub>-equivalent. Deze gegevens moeten vijf jaar worden bewaard door de eigenaar en de installateur. Installaties met koudemiddelinhouder in de tabel in **figuur 7** zijn vrijgesteld van lekdichtheidscontrole en een logboek.

Koudemiddel	GWP-waarde	Vrijstelling als inhoud <kg
R410A	2088	2.40
R134a	1430	3.50
R404A	3922	1.28
R507A	3985	1.26
R407C	1774	2.82
R22	1710	2.77

Figuur 7

### PED en CE-markering

Alle koelinstallaties vallen onder de PED (is Europese richtlijn drukapparatuur) die in Nederland ‘vertaald’ is naar het Warenwetbesluit-drukapparatuur. Deze regelgeving is van toepassing op nieuw te bouwen installaties.

Een paar punten die belangrijk zijn om te weten als servicemonteur

- Een installatie (en de componenten) moeten een CE-markering hebben. Dan voldoet deze ook aan de PED.
- Er moet een keuring voor ingebruikname worden uitgevoerd (KVI) door een erkende instelling (Notified Body). Bij goedkeuring is er een keuringsverklaring beschikbaar en daarop staat ook de datum voor herkeuring (ca 4 jaar). Deze herkeuring is een verantwoordelijkheid van de klant/gebruiker.

### Energieprestatie

Sinds 1 december 2013 worden er eisen gesteld aan de energieprestatie van een koelinstallatie in een gebouw. Het gaat om installaties met een koelvermogen > 12 kW. Deze wetgeving is niet van toepassing op koelinstallaties voor processen. De eigenaar van een gebouw moet ervoor zorgen dat de installatie een keer per 5 jaar gekeurd wordt door een hiervoor gecertificeerde monteur. De verdere details zijn vastgelegd in de EPBD-richtlijn (Energy Performance of Buildings Directive). Ook bestaande installaties moeten gekeurd zijn voor juli 2016.

## Meetgereed- Algemeen

### schap

Om een nauwkeurige meting te verrichten volgen er hier een aantal belangrijke aandachtspunten

- Gebruik altijd goedgekeurd meetgereedschap
- Gebruik altijd geijkt meetgereedschap
- Gebruik altijd de juiste eenheden. (Bar<sup>a</sup>, Bar<sup>e</sup>, °C, °F, K, etc)

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op de verschillende meetgereedschappen en -instrumenten die een koelmonteur in zijn dagelijkse werk vaak zal toepassen. Doel van dit hoofdstuk is om inzicht te geven in de meetapparatuur die toegepast wordt met daarbij enkele gebruikstips zodat bekend is waar welke apparatuur voor ingezet wordt. Voor de exacte werking verwijzen wij naar de handleiding van de fabrikant omdat er vele merken in omloop zijn waardoor het onmogelijk is om een eenduidige instructie op te stellen.

### Temperatuurmeter digitaal/analooog

Hiermee kan men door op verschillende plaatsen temperaturen te meten, bepalen onder wat voor condities een installatie functioneert. Op deze meter kunnen verschillende voelers aangesloten worden zoals vloeistofvoeler, produktvoeler, oppervlaktevoeler, luchtvoeler.



**Figuur 8** Voorbeeld van een thermofiel

### Tips

- Neem de tijd voor een meting
- Pas als de meter stabiel is een notitie maken.
- Gebruik de juiste voeler, oppervlaktevoeler niet voor vloeistoffen maar voor oppervlakte gebruiken enz.
- Luchtvoeler, rustig in de te meten lucht heen en weer bewegen
- Oppervlakte eerst schoonmaken, roest, vuil, ijs verwijderen. Deze isoleren heel erg zodat er geen goede meting verricht kan worden
- Oppervlakte voeler (contactvoeler) bij voorkeur contactpasta gebruiken voor optimale overdracht, voelervoetje goed vlak op de te meten oppervlak houden

## Manometer (analoog) Drukopnemer (digitaal)

Met uitzondering van de kleine koelinstallatie hebben de grotere installaties op belangrijke punten in het systeem drukmeters met druk- en temperatuurschalen voor verschillende soorten koudemiddel.



**Figuur 9** Voorbeeld van vaste manometer

### Tips

- Neem de tijd voor een meting
- Pas als de meter stabiel is een notitie maken
- Bij voorkeur manometers gebruiken die gevuld zijn met glycerine, dit dempt enigszins de pulsaties
- Trillende meters door bijvoorbeeld pulsaties/trillingen dempen door meetleidingen te knijpen
- Plaats bij voorkeur de meter hoger dan de leiding/appendage zo voorkom je dat er in de meetleiding vloeistof kan blijven staan
- Zo recht mogelijk voor de meter met je gezicht om de meter af te lezen
- Als je twijfels hebt over de meter controleer dan bij het drukvrij maken of de meter wel exact 0 bar aangeeft

## Hygrometer (digitaal/analoog)

Hiermee kan men de luchtvochtigheid bepalen in % rv.

### Tips

- Neem de tijd voor een meting
- Pas als de meter stabiel is een notitie maken
- Hygrometers zijn zeer gevoelig, zorg altijd voor een stabiele en stationaire opstelling
- Laat er geen druppels water opvallen
- Meet niet in de buurt van waterplassen



**Figuur 10** Voorbeeld van hygro/luchtdebit meter

### Luchtdebit meter

Met deze meters kan men de hoeveelheid verplaatste lucht van bijvoorbeeld een ventilator meten.

#### Tips

- Neem de tijd voor een meting
- Meet niet te dicht op uitblazende ventilatoren hier zijn te veel wervelingen, maar op 1 à 2 meter
- Beweeg de meter langzaam haaks op de luchtstroom heen en weer
- Meet meerdere malen achter elkaar en neem hier het gemiddelde van

### Luchtdrukverschil meter

Deze meters zijn er in diverse uitvoeringen (digitaal/analoog) en worden veelvuldig gebruikt in bijvoorbeeld luchtbehandelingskasten om te controleren/monitoren wanneer een luchtfilter is vervuild.



**Figuur 11** Voorbeeld van luchtdrukverschil meter

#### Tips

- Maak de meetslangen niet te lang
- Slang volgorde aanhouden

### Voltmeter, Amperetang, Ohmmeter

Met deze set is men in staat volt AC/DC, ampere en ohmse weerstand te meten.



**Figuur 12** Voorbeeld van voltmeter en amperetang

#### Tips

- Neem de tijd voor een meting
- Pas als de meter stabiel is een notitie maken
- GEVAARLIJK! Raak nooit de ongeïsoleerde delen van de meetpennen aan tijdens het meten
- Weerstand altijd spanningsloos meten

- Nooit losgekoppelde ampèretangen om de meetleiding laten zitten tijdens draaiende installaties. Als je het meetsnoer uiteinde aanraakt kan je een flinke schok krijgen door induktie.

## F-gassen detectiemeter

Hiermee kunnen lekkages van koudemiddel opgespoord worden.



**Figuur 13** Voorbeeld van een F-gassen detectiemeter

### Tips

- Neem de tijd voor een meting
- Let op je eigen veiligheid bij te hoge concentraties
- Altijd beginnen op de hoogst mogelijke gevoeligheid
- F-gassen lekkages opsporen van boven naar beneden. Omdat deze zwaarder zijn dan lucht is het beter en nauwkeuriger om boven te beginnen
- Als er in de ruimte waar je aan het meten bent al een concentratie aanwezig is moet je de gevoeligheid van de meter aanpassen (kalibreren)
- Zorg altijd dat de meetkop schoon blijft, stof en olie geven een verkeerde indruk van het meten

## CO<sub>2</sub> Detectiemeter

Voor CO<sub>2</sub> is een speciale CO<sub>2</sub> detectiemeter noodzakelijk. Deze zien er ongeveer uit als het F-gassen model maar dan geschikt voor CO<sub>2</sub>. Bij het gebruik van een CO<sub>2</sub> meter gelden enkele aanvullende tips

### Tips

- Let op je eigen veiligheid bij te hoge concentraties
- Neem de tijd voor een meting
- Altijd in besloten ruimtes een persoonlijke detektie dragen. Deze meter waarschuwt als de zuurstof concentratie te laag wordt, bij waarschuwing te laag zuurstof gehalte onmiddellijk de ruimte verlaten.
- Altijd beginnen op de hoogst mogelijke gevoeligheid
- CO<sub>2</sub> lekkages opsporen van boven naar beneden. Omdat deze zwaarder zijn dan lucht is het beter en nauwkeuriger om boven te beginnen.

## NH<sub>3</sub> detectiemeter

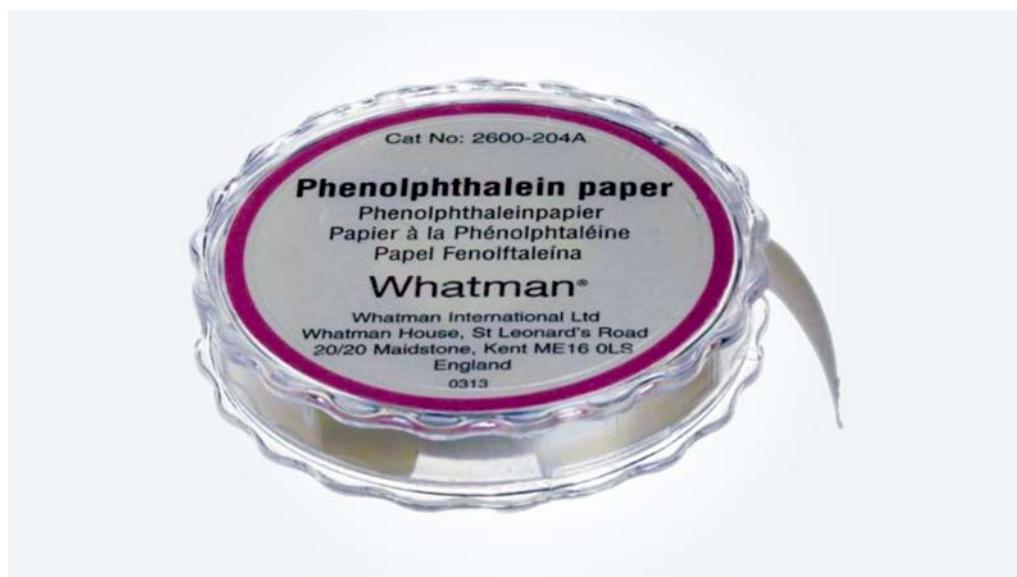
Ook voor NH<sub>3</sub> is een speciale detectiemeter noodzakelijk. Deze zien er ook ongeveer uit als het F-gassen model maar dan geschikt voor NH<sub>3</sub>.

### Tips

- Neem de tijd voor een meting
- Let op je eigen veiligheid bij te hoge concentraties
- Altijd beginnen op de hoogst mogelijke gevoeligheid
- Meetkop schoon houden
- Meetkopfilter regelmatig vervangen
- Van beneden naar boven zoeken, NH<sub>3</sub> is lichter dan lucht

## Lakmoeß papier

Hiermee worden eenvoudig kleine lekkages opgespoord aan bijvoorbeeld afsluiters spindels en dergelijke.



**Figuur 14** Voorbeeld lakmoeßpapier

### Tips

- Let op je eigen veiligheid bij te hoge concentraties
- Lakmoeßpapier vochtig maken en in de buurt van de vermoedelijke lekkage houden
- Lakmoeßpapier niet tegen de te onderzoeken onderdelen houden dit kan de reactie van het papier beïnvloeden
- Als het lakmoeßpapier begint te verkleuren dan duidt dit op een NH<sub>3</sub> lekkage

## Soortelijke gewicht meter

Deze meter is bedoeld om het vriespunt van pekel te bepalen. Deze meter is te vergelijken met de accuzuurmeter. Simpel en eenvoudige meter. Geeft een indicatie van het vriespunt.



**Figuur 15** Voorbeeld van een soortelijk gewicht meter

#### Tips

- Ogen beschermen met een veiligheidsbril
- Herhaal de meting op diverse plaatsen in het systeem, dit geeft bij grote installaties een nauwkeuriger beeld
- Wil men echter de exacte samenstelling weten dan moet men monsters nemen en laten analyseren door een laboratorium

#### Refractometer

Met deze meter kan het vriespunt van bijvoorbeeld glycol bepaald worden.



**Figuur 16** Voorbeeld van een refractometer

#### Tips

- Opletten of de meter geschikt is voor de te meten glycol

- Maak de meetglazen altijd goed schoon dit voorkomt meet fouten
- Tap een paar druppels af en leg deze op het glaasje van de meter, hierna kan men aan de hand van de meter het vriespunt bepalen
- Herhaal bovenstaande handeling op diverse plaatsen in het systeem, dit geeft bij grote installaties een nauwkeuriger beeld
- Wil men echter de exacte samenstelling weten dan moet men monsters nemen en laten analyseren door een laboratorium

## Schrijvende meters ook wel data- of power loggers genoemd

Deze meters zijn bedoeld om langdurig gegevens te verzamelen en/of grafieken te schrijven.

### Tips

- Kies voor een zo stabiel mogelijke opstelling
- Kies voor en zo klein mogelijke tijdsinterval, hierdoor krijgt men een verfijndere grafiek

## Onderhoud uitvoeren

De instructies voor het onderhoud, die bij de installatie worden meegeleverd, moet je nauwgezet opvolgen. Dus bijvoorbeeld het controleren en uitwisselen van onderdelen van de compressor na de voorgeschreven draaiuren. De belangrijkste onderhoudspunten zijn ook beschreven in de TechTake bij de verschillende componenten. Vooral de verdamper en condensor hebben onderhoudspunten die belangrijk zijn voor een goede werking.

## Inbedrijfstellen en testen

- Start de koelinstallatie weer op
- Controleer eerst of er voldoende koudemiddel in de installatie aanwezig is
- Vul eventueel koudemiddel bij, volgens F-gassenverordening, met juiste administratie in logboek en servicerapport
- Controleer de druk en temperatuur op alle essentiële plaatsen en noteer de gegevens op het servicerapport
- Controleer of de druk en temperaturen overeenkomen met de waarden aangegeven in de gegevens van de koelinstallatie of in de bedrijfstelgegevens
- Test de werking van de vervangen component en stel deze af wanneer dit nodig is

## Afronden van de werkzaamheden

Als de koelinstallatie weer correct werkt kun je de werkzaamheden beëindigen. Een deel van je professionaliteit laat je zien door de werkzaamheden altijd op de juiste manier af te ronden.

### Rapporteren en overdragen

Rapporteer de gedane werkzaamheden (indien aanwezig) in het logboek, eventueel in het bedrijfsinformatiesysteem. Toon de klant welke verrichtingen je hebt gedaan. Laat een goed werkende koelinstallatie zien en geef de klant zo nodig advies. Vraag de klant te tekenen op het servicerapport voor de verrichte werkzaamheden. Als het nodig is, geef je instructie en advies aan de klant of betrokken medewerkers.

Als er een reparatie aan een koelcircuit is uitgevoerd, dan moet er binnen een maand een herinspectie op lekdichtheid worden uitgevoerd.

### Afwerken

Een klant stelt het altijd erg op prijs wanneer een werkplek opgeruimd en schoon wordt achtergelaten. Een nette werkplek zegt iets over de werkwijze van de koeltechnicus en het bedrijf die de reparatie heeft uitgevoerd. Een tevreden klant is eerder bereid om klant te blijven. Het levert dus veel op voor jou en je werkgever.

- Voer alle gebruikte materiaal en afval af
- Ruim de werkplek op, maak zo nodig schoon en laat geen gereedschap achter
- Registreer je gemaakte uren, materiaal en middelen

- Bijlagen** Bij dit hoofdstuk horen de volgende bijlagen
- Checklist inspectie, onderhoud en reparatie
  - Servicerapport koelinstallatie
  - GWP-waarden volgens EU-verordening

## Theorie opgaven

1. Je moet werken aan een koelinstallatie in een afgesloten ruimte. Waar let je op voordat je aan het werk gaat?
2. Welke informatie moet er wettelijk op een kenplaat van een installatie staan?
3. Wat zijn belangrijke aandachtspunten bij het gebruik van een losse temperatuuropnemer bij het meten van een temperatuur van een leiding?
4. Wat zijn de inspectie- en onderhoudspunten aan een luchtgekoelde condensor?
5. Wat zijn de inspectie- en onderhoudspunten aan een droge of natte luchtkoeler?
6. Bij welke componenten of punten in de installatie is de kans op lekkage het grootst en controleer je dus gericht?
7. Je meet de opgenomen stroom van de drie-fasevoeding van een compressor. De waarde van een fase is hoger dan wat er op het typeplaatje staat. Wat is jouw conclusie en actie?
8. Je meet de opgenomen stroom van de drie-fasevoeding van een compressor. De waarde van alle drie de fasen is hoger dan wat er op het typeplaatje staat. Wat is jouw conclusie en actie?
9. Op welke waarde stel je de lagedrukpressostaat in (setpoint en differentie) als de werkdruk in de verdamper 3 bar is?
10. Op basis van welk gegeven(s) stel je de hogedrukbeveiligingspressostaat in?
11. Stel de warmtebelasting van een koelcel is groter dan waarvoor deze is ontworpen, er worden teveel producten van een te hoge temperatuur gelijktijdig opgeslagen. Wat heeft dit voor gevolgen voor de druk en temperatuurcondities in de verdamper die je meet bij een inspectie?
12. Bij een koelinstallatie meet je bij een inspectie een verdamperdruk die 1,5 bar lager is dan volgens de inbedrijfstelgegevens. Wat doe je met dit gegeven, welke conclusies trek je en welke acties voer je uit?

# Case Inspectie aan chiller-unitgebouw

## Inleiding

Als servicemonteur ga je geplande inspecties en onderhoud uitvoeren aan veel diverse koelinstallaties. Daarvoor heb je kennis nodig van inspectiepunten aan een installatie, van componenten en ga je ook condities meten. Dit zijn de onderwerpen waar je in deze case mee aan de slag gaat.

## Beschrijving

In deze case nemen we een chiller-unit van een klimaatinstallatie in een gebouw als voorbeeld. Een chiller-unit bestaat uit een koelinstallatie waarbij in de verdamper een koudedrager (water/glycol) wordt gekoeld. Dit water circuleert via een leidingwerk door 'koelers', die in het gebouw hangen. In deze koelers wordt met het koude water de lucht in de ruimte gekoeld.



**Figuur 1** Chiller-unitgebouw

## Bijlagen

Bij deze case horen de volgende bijlagen

- Koeltechnisch en waterzijdig schema
- Aanzichttekening
- Kenplaatinstallatie en typeplaatje fabrikant
- Technische gegevens
- Servicerapport ingevuld bij laatste inspectie
- h log p-diagram R407C

## Vertrouwd raken met de installatie

Voordat je werkzaamheden gaat uitvoeren is het belangrijk dat je kennis hebt van de installatie. Bij een nog onbekende installatie ga je daarvoor eerst het schema en tekeningen bekijken en relevante informatie opzoeken.

### Opgaven

1. Wat stroomt er door de leidingen die uit de unit komen en zichtbaar zijn op de foto in **figuur 1**? Koudemiddel of water?
2. Er zijn drie manometers zichtbaar op de chiller-unit. Van welke 'processtromen' kun je hier de druk aflezen?
3. Wat voor koudemiddel zit er in de koelinstallatie?
4. Heeft deze unit ook een omkeerfunctie waardoor hij ook kan verwarmen?
5. Wat voor type expansieorgaan is er gemonteerd op basis van het schema?
6. Wat voor type condensor heeft de unit?
7. Wat is het koelvermogen van de unit?
8. Wat voor type compressor zit er waarschijnlijk in de unit met dit koelvermogen, welk type koudemiddel en welke toepassing?

## Inspectie en onderhoud installatie en componenten

### Opgaven

9. Voldoet de kenplaat aan de wettelijke eisen? Verklaar je antwoord.
10. Controleer met een berekening of het ton CO<sub>2</sub> equivalent dat op de kenplaat staat correct is.
11. Wat doe je als dit gegeven ontbreekt op de kenplaat?
12. Op de kenplaat staat een ander vullingsgewicht dan in de technische specificaties. Wat kan de reden hiervan zijn?
13. Welke inspecties moeten er wettelijk aan deze unit worden uitgevoerd en waarvan is dat afhankelijk?
14. De compressor is voorzien van carterverwarming. Hoe controleer je de werking?
15. Wat zijn de inspectiepunten aan de condensor?
16. Wat zijn de inspectiepunten aan de verdamper?
17. Op het servicerapport zijn de ingestelde waarden van de HD- en LD-beveiligingen genoteerd. Zijn deze instellingen correct volgens de gegevens op het typeplaatje van de fabrikant? Verklaar je antwoord.
18. Als je deze gegevens niet hebt op welke waarde zouden dan de LD- en HD-beveiligingen moeten worden ingesteld volgens de NEN 378? Daarbij moet je uitgaan van de volgende temperaturen: HD-zijde maximaal 55 °C, LD-zijde maximaal 32 °C.
19. Welke gegevens missen er nog op het formulier die wettelijk wel ingevuld moeten worden?

**Inspectiemetingen** Bij de inspectie ga je de verdamperdruk, condensordruk, oververhitting en nakoeling meten.

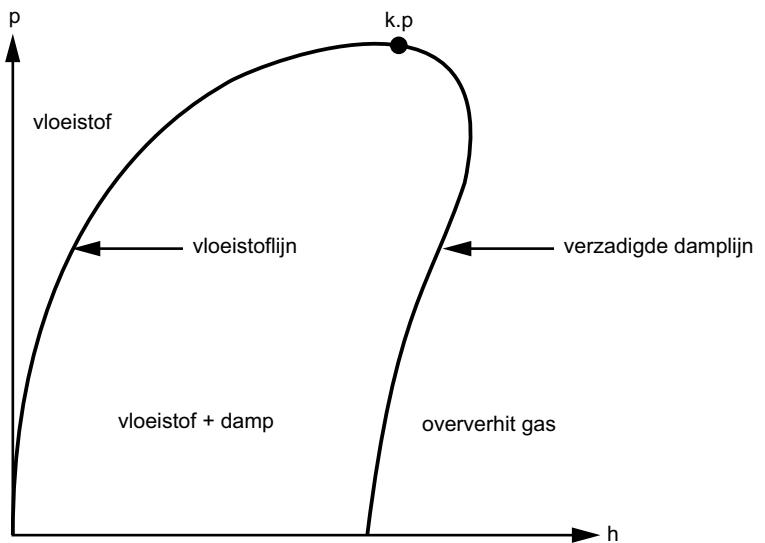
### Opgaven

20. Welk aansluitpunt (nr. op koeltechnisch schema) gebruik je voor het meten van de verdamperdruk?
21. Welk aansluitpunt (nr. op koeltechnisch schema) gebruik je voor het meten van de condensordruk?
22. Waar meet je in deze unit de temperatuur die nodig is om de oververhitting vast te stellen?
23. Op het servicerapport staat onder het kopje luchtcondensor een temperatuur van de vloeistof van 28 °C. Waar is deze temperatuur gemeten in de installatie?
24. Wat zal er met de condensordruk gebeuren als de temperatuur op een warme zomerdag op het dak 40 °C wordt?
25. Je meet een persgastemperatuur die 20 graden hoger is dan volgens de inbedrijfstelgevens. Wat heeft dit voor gevolgen, wat ga je controleren als mogelijke oorzaken?

Het meetrapport is al ingevuld. Je gaat controleren of deze gegevens juist zijn.

### Opgaven

26. Wat voor soort koudemiddel is R407C?
27. Wat is de temperatuur aan de inlaatzijde van de verdamper op basis van de verdamperdruk?
28. Wat is de temperatuur aan de uitlaatzijde van de verdamper op basis van de verdamperdruk?
29. Is de  $\Delta T$  tussen koudemiddel in de verdamper en het koudwatercircuit voldoende groot voor een goede werking? Verklaar je antwoord.
30. Voor een goede werking van de luchtgekoelde condensor moet er een minimaal temperatuurverschil zijn van 15K tussen de ingaande koellucht en de temperatuur van het koudemiddel in de condensor. Klopt dit op basis van de druk in de condensor? Verklaar je antwoord.
31. Op het servicerapport staat een onderkoeling van 20 °C ingevuld. Is dit een reële waarde bij een vloeistoftemperatuur van 28 °C en de gegeven condensordruk?
32. Maak een schets van de koelkringloop in **figuur 2** met alle gegevens die je met bovenstaande vragen gevonden hebt. Verwerk hier ook de in- uit temperaturen van koellucht en het watercircuit.



**Figuur 2** Schets koelkringloop

33. Teken de kringloop ook in het  $h \log p$ -diagram van koudemiddel R407C.

# **Werkplekop- dracht Uitvoeren inspectie en on- derhoud**

## **Inleiding**

Als servicemonteur voer je inspecties en onderhoud uit aan installaties. Kijk een keer mee bij een ervaren collega en maak een aantal foto's.

Foto's van inspectie onderhoud

Opdrachten

1.

Upload



Upload een aantal foto's van een inspectie- onderhoudsbeurt.

2. Wat zijn de specifieke aandachtspunten waarop bij een inspectie gelet wordt bij een verdamper?
3. Wat zijn specifieke aandachtspunten waarop bij een inspectie gelet wordt bij een condensor?



## Vervangen van componenten



## Inleiding

Tijdens het uitvoeren van een inspectie ontdek je dat er een component vervangen moet worden. De aanleiding voor het vervangen van een component kan ook een storingsmelding zijn. Een goede voorbereiding is hierbij belangrijk. Dit om niet voor verassingen te komen staan die het werk vertragen. Je hoeft geen nieuwe component te selecteren, maar je moet wel kunnen beoordelen of je de juiste component beschikbaar hebt op basis van de technische gegevens.



---

**Figuur 17**

Het helpt om te werken volgens een gestructureerde aanpak en een checklist. Daardoor vergeet je geen dingen. Het vervangen van een component is onderdeel van de checklist die we al gebruiken bij het uitvoeren van inspectie en onderhoud. Bij dit hoofdstuk kijken we alleen naar het onderwerp vervangen van een component.

Vervangen component	De werkwijze bij het vervangen van een component is afhankelijk van twee categorieën
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elektronische componenten</li><li>• Koeltechnische componenten</li></ul>

Bij een koeltechnische component maak je ‘inbreuk’ op het koudemiddelcircuit en dit vraagt een andere aanpak. Dit mag je ook alleen uitvoeren als je een F-gassencertificaat hebt voor de juiste categorie.

Aan een elektrisch component kun je soms zien of deze defect is en anders meet je deze door (weerstand, opgenomen stroom). Bij een koeltechnisch component is meestal niet zichtbaar dat deze defect is. Je leidt dit af op basis van het gedrag van de koelinstallaties. Je meet temperaturen en drukken om er achter te komen wat er aan de hand is naast zintuiglijke waarnemingen, zoals bij het kijkglas.

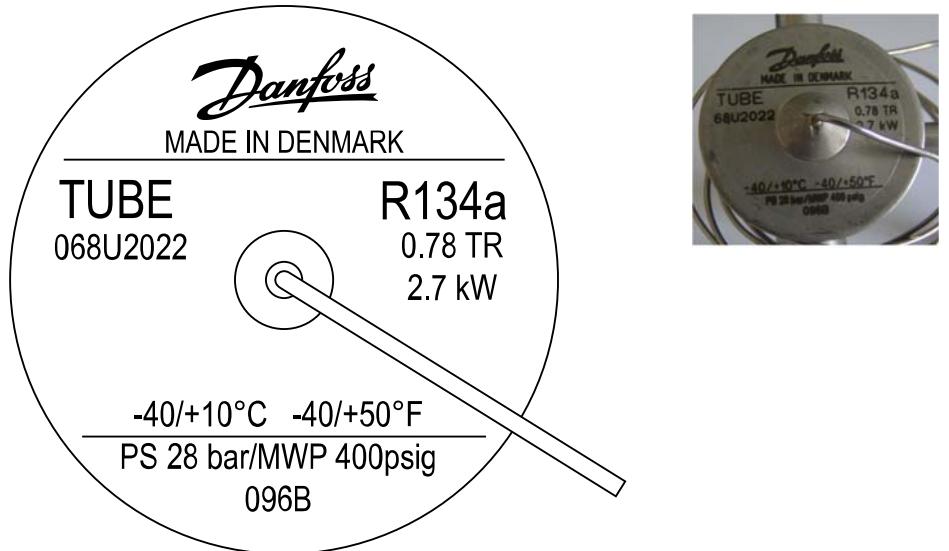
Bij het vervangen van een koeltechnische component is de aanpak afhankelijk van de positie van de component in de installatie. Daarbij spelen de volgende keuzes een rol

- Kan ik de component inblokken of een deel van de installatie, zijn er afsluiters gemonteerd?
- Kan ik de compressor gebruiken voor ‘afpompen’ of moet ik een aparte afpompunit gebruiken?
- Kan ik het koudemiddel in een deel van de installatie verzamelen (vloeistofvat, condensor)?

Het kunnen inblokken van de component of een deel van de installatie bespaart veel tijd bij reparatie. Een veelvoorkomende optie is dat je het lage drukgedeelte van de installaties kan afpompen met de compressor en dan kan inblokken. Het koudemiddel is dan verzameld in de condensor, het vloeistofvat en tussenliggende leidingwerk.

## Gebruik componentgegevens

Je hebt vastgesteld welk component vervangen moet worden. Voordat je dit component gaat vervangen moet je weten of je de juiste component beschikbaar hebt. Het ‘één-op-één’ vervangen van een component van dezelfde fabrikant op basis van hetzelfde typenummer is geen probleem. Maar wat doe je als exact dezelfde component van die fabrikant niet meer geleverd wordt of er een ander typenummer op het doosje staat? In deze situaties is het belangrijk dat je kennis hebt van de technische gegevens van de component. Hierdoor kun je beter overleggen met de leverancier en/of je leidinggevende of deze component ook geschikt is of niet. De keuze voor een alternatief doe je in overleg omdat dit meer kennis van het ontwerp van de installatie vraagt. De technische gegevens staan deels op het typeplaatje en verder haal je deze uit de technische documentatie.



**Figuur 18** Technische gegevens op het expansieventiel

**R22, R407C, R410A, R134a**  
Range N = -40 → +10°C

Refrigerant	Type	Rated capacity Q <sub>nom.</sub> <sup>1)</sup>		Orifice no. <sup>2)</sup>	Pressure equalisation	Connection Inlet x Outlet			
		kW	TR			in.	Code no.	mm	Code no.
R134a	TUB	0.47	0.13	0	int.	1/4 × 1/2	068U2660		
	TUB	0.7	0.19	1	int.	1/4 × 1/2	068U2027	6 × 12	068U2000
	TUB	1.0	0.28	2	int.	1/4 × 1/2	068U2028	6 × 12	068U2001
	TUB	1.4	0.39	3	int.	1/4 × 1/2	068U2029	6 × 12	068U2002
	TUB	2.1	0.59	4	int.	1/4 × 1/2	068U2030	6 × 12	068U2003
	TUB	2.7	0.78	5	int.	1/4 × 1/2	068U2031	6 × 12	068U2004
	TUB	4.1	1.20	6	int.	1/4 × 1/2	068U2032	6 × 12	068U2005
	TUBE	0.7	0.19	1	ext.			6 × 12	068U2009
	TUBE	1.0	0.28	2	ext.			6 × 12	068U2010
	TUBE	1.4	0.39	3	ext.	1/4 × 1/2	068U2020	6 × 12	068U2011
	TUBE	2.1	0.59	4	ext.	1/4 × 1/2	068U2021	6 × 12	068U2012
	TUBE	2.7	0.78	5	ext.	1/4 × 1/2	068U2022	6 × 12	068U2013
	TUBE	4.1	1.20	6	ext.	1/4 × 1/2	068U2023	6 × 12	068U2014
	TUBE	5.5	1.60	7	ext.	3/8 × 1/2	068U2024	10 × 12	068U2015
	TUBE	8.2	2.30	8	ext.	3/8 × 1/2	068U2025	10 × 12	068U2016
	TUBE	12.0	3.50	9	ext.	3/8 × 1/2	068U2026	10 × 12	068U2017

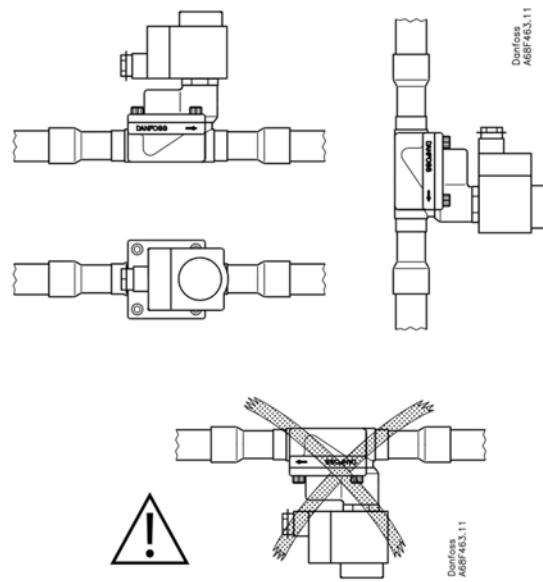
**Figuur 19** Codering orifice van expansieventiel in technische documentatie

Naast de technische gegevens van een component is het belangrijk dat je deze op de juiste wijze monteert, aansluit en eventueel afstelt. Deze specifieke gegevens haal je uit de technische documentatie van de component.

### Montage

Bij montage zijn er aandachtspunten als

- Stromingsrichting
- Positie van de component (horizontaal, verticaal)
- Aansluitmaten, leidingdiameters
- Maatregelen tegen te hoge temperaturen en maximale temperaturen bij solderen
- Type soldeermateriaal

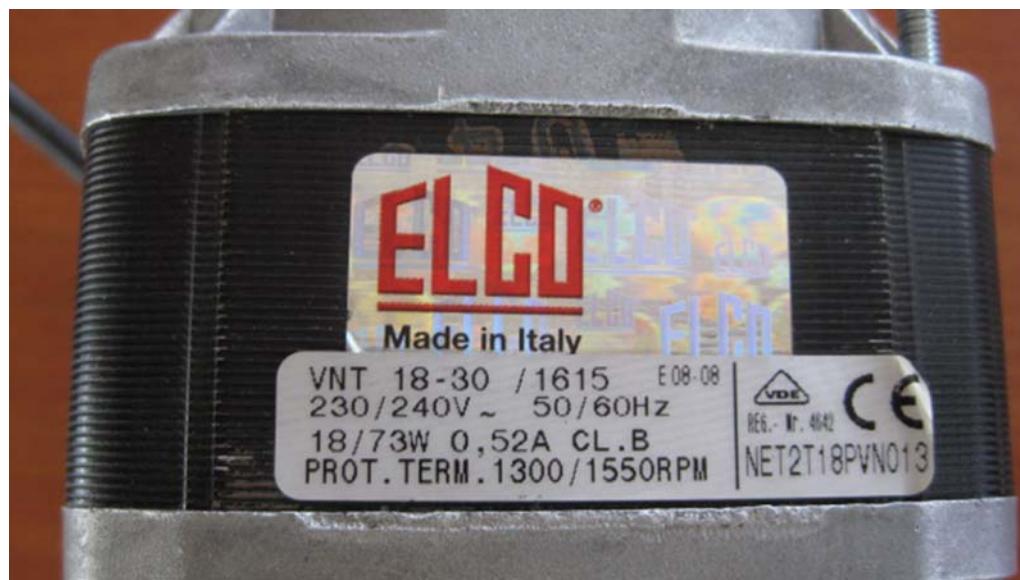


**Figuur 20** Montagepositie van een component (bron Danfoss)

### Aansluiten

Bij aansluitingen zijn er aandachtspunten als

- Voedingsspanning 230V, 24V
- Stuurstroomsignaal 4-20 mA, 0-5 V, 0-10V
- Meetsignaal
- Gebruik aansluitschema component



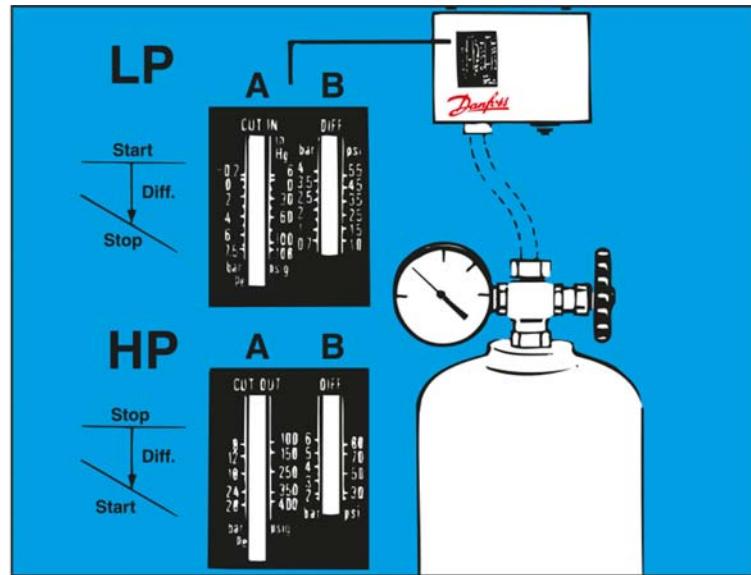
**Figuur 21** Aansluitgegevens

### In- afstellen

Bij het afstellen zijn er aandachtpunten zoals

- Draairichting stelschroef of knop en gewenste effect

- Hoe het juiste setpoint instellen, meetwaarde in systeem of tijdelijk aansluiten manometerset?
- Wat is de functie van differentie bij pressostaat of thermostaat?
- Wat is de juiste instelwaarde bij de betreffende koelinstallatie, afhankelijk van temperaturen en drukken en type koudemiddel?



**Figuur 22** Afsstellen pressostaten (bron Danfoss)

### Elektrische component vervangen

- Maak eerst de installatie spanningsloos
- Meet na of dit is gelukt. Dit is voor je eigen veiligheid – én de veiligheid van anderen - erg belangrijk
- Vervang het component, maak gebruik van de instructies voor montage, aansluiten en afstellen
- Schakel de spanning weer in. Let op dat alle onderdelen die onder spanning staan zijn 'afgeschermd'
- Test de werking van de component los, als dit kan, door stuursignaal te geven of het signaal te meten
- Controleer bij krachtstroom de draairichting van ventilator- compressormotor



**Figuur 23** Elco-ventilatormotor

### Koeltechnische component vervangen

Een koeltechnisch component zit in het koelcircuit. In de NEN 387 staat een stappenplan waarin beschreven staat welke handelingen je moet doen als je een component vervangt hebt.

Stappenplan vervangen installatie onderdelen
Informatie Logboek en eigenaar/klant winnen
Installatie pump-down (indien van toepassing)
Installatiedeel drukloos maken en inblokken, codering* aangeven (naar vloeistofvat of afpompen naar fles)
Installatie spanningsloos maken
Uitvoeren van de werkzaamheid na raadpleging van het logboek
Bij solderen denk aan het gebruik van backinggas (codering aangeven)
Na montage nieuwe onderdeel druk beproeven op de Ps waarde (lek zoeken met lekzoekspray)
Vacumeren (max. 270 Pa en 1 uur standtijd) Indien van toepassing breken met stikstof of gelijk koudemiddel toelaten (codering aangeven alle afsluiters weer in de juiste stand)
Installatie controle, lekdetectie (elektronische lekzoeker nauwkeurigheid 5ppm)
Functioneel beproeven van veiligheidsvoorzieningen
Administratie bijwerken (logboek, werkbon, flessenkaart)
Her controle lekdichtheid
Afspraak her controle, binnen maand maken met de klant

**Figuur 24** NEN 378 stappenplan (Bron: NEN-EN 378-4 hoofdstuk 5)



---

**Figuur 25** Elektronische olieniveauregelaar met kijkglas

Na het vervangen van de component ga je de installatie inbedrijfstellen en controleer je de werking. Daarnaast rond je de werkzaamheden af op de werkplek en met de klant. Dit is al beschreven bij het onderwerp uitvoeren van inspectie en onderhoud.

- Bijlage** Bij dit hoofdstuk horen de volgende bijlagen
- Checklist inspectie onderhoud en reparatie

## Theorie opgaven

1. Waar let je op bij het monteren van een verdamperdrukregelaar?
2. In welke positie moet een elektronische expansieventiel gemonteerd worden?
3. Hoe herken je een thermostatisch expansieventiel met uitwendige drukvereffening?
4. Is de stromingsrichting belangrijk bij het monteren van een magneetklep?
5. Waar stel je bij een elektronisch expansieventiel de oververhitting in, en welke parameters moet je dan instellen of kiezen?
6. Hoe stel je een thermostatisch expansieventiel af?

# Case Vervangen elektronisch expansieeventiel

## Inleiding

Bij het vervangen van een component is het belangrijk dat je weet wat de technische gegevens betekenen. Daarnaast is het belangrijk dat je weet wat de aandachtspunten zijn bij montage, aansluiten en afstellen en dat je deze informatie kunt opzoeken. Een gestructureerde aanpak met een checklist helpt je daarbij om dit zo efficiënt mogelijk uit te voeren.

## Beschrijving

Een collega heeft onderhoud gepleegd en bemerkt dat een elektronisch expansieeventiel vervangen moet worden. Hij had deze niet bij zich en jij gaat deze klus op een ander moment uitvoeren.

- Koudemiddel R134a
- Tv: 0 °C
- Tc: 40 °C
- Koelvermogen: 16 kW

## Bijlagen

- Checklist inspectie, onderhoud en reparatie
- Koeltechnisch schema



Figuur 1

## Case opdrachten

1. Bestudeer de checklist koeltechniek: Vervangen van een component.
2. Bekijk het koeltechnisch schema en markeer het expansieventiel aan met EV.
3. Bepaal of je kunt inblokken of dat je moet je afpompen. Motiveer je keuze.
4. Noteer welke handelingen je uitvoert in de juiste volgorde en geef deze aan met gebruik van cijfers op het koeltechnisch schema.
5. Wat zijn mogelijke consequenties voor de klant?
6. Welke metingen voer je voor en na het vervangen uit?
7. Welk gereedschap en meetapparaten heb je nodig bij demontage en montage?
8. Waarop moet je letten bij het monteren van dit ventiel?
9. Hoe sluit je dit ventiel aan?
10. Kun je ook een ventiel plaatsen met de codering EX4-M21? Verklaar je antwoord.

Nominal Capacities (10% ... 100%), kW

Valve Type	R 407C	R 22	R 134a	R 404A	R 410A	R 23	R 124	R 744
<b>EX4</b>	2 ... 17.4	2 ... 16.5	1 ... 12.8	1 ... 11.5	2 ... 19.3	2 ... 17.8	1 ... 9.2	3 ... 33.5
<b>EX5</b>	5 ... 53	5 ... 50	4 ... 39	4 ... 35	6 ... 58	5 ... 54	3 ... 28	10 ... 102
<b>EX6</b>	15 ... 126	15 ... 120	10 ... 93	10 ... 84	15 ... 140	13 ... 130	7 ... 67	24 ... 244
<b>EX7</b>	35 ... 347	35 ... 330	25 ... 255	25 ... 230	40 ... 385	-	-	70 ... 670
<b>EX8</b>	100 ... 925	90 ... 880	70 ... 680	60 ... 613	100 ... 1027	-	-	180 ... 1789

---

Figuur 2

# Werkplekop- dracht Techni- sche gegevens en montage van componenten

## Inleiding

Bij het vervangen van een component is het belangrijk dat je weet waar je op moet letten bij montage, aansluiten en afstellen. Hiervoor heb je de montage-instructies nodig. Daarnaast is het belangrijk dat je de technische gegevens op het typeplaatje begrijpt. Ga dit soort gegevens verzamelen voor componenten waar je vaak mee te maken hebt.

## Opdrachten

1.



Upload

Upload een scan of foto van een montage-instructie van een elektronisch expansieventiel.

2.



Upload

Upload een foto of scan van een montage-instructie van een magneetklep.

3.



Upload

Upload een foto van een typeplaatje van een thermostatisch expansieventiel.

4. Verklaar de betekenis van de informatie die op het typeplaatje staat.

5.



Upload

Upload een foto van een typeplaatje van een compressor.

6. Verklaar de betekenis van de informatie die op het typeplaatje staat.



## Verbeteradviezen klant



## Inleiding

Het is belangrijk voor de relatie met de klant wanneer je als servicemonteur een eenvoudig advies kunt geven over het gebruik, het onderhoud of energieprestatie van zijn koelinstallatie. Dit doe je bij het afronden van een servicebeurt of na het oplossen van een storing. De klant komt zo niet voor verassingen te staan.



**Figuur 26** Besparing door goed gebruik

De verbeteradviezen gaan over de volgende onderwerpen

- Gebruik van de installatie
- Vervangen en repareren van onderdelen
- Duurzaamheid
- Milieueisen

## Gebruik van de installatie

Storingen kunnen ook ontstaan door verkeerd gebruik van de installatie. Het is daarom belangrijk dat de monteur inzicht heeft in de ontwerpcriteria en gebruiksdelen van de installatie. Tevens is het belangrijk dat je kennis hebt van de toepassing van de installatie en problemen die ontstaan bij een gebruik dat hiervan afwijkt.

Gebruiksdoelen en ontwerpcriteria zijn o.a.

- Voor welk product is de installatie ontworpen?
- Voor welke hoeveelheid product, zowel voor het inkoelen als het bewaren, is de installatie berekend?
- Van welke buitentemperatuur is men bij het berekenen uitgegaan?
- Met welke instagtijd is er in de berekening rekening gehouden?
- Aangepaste verlichting
- Aanpassing aan de opstelruimte
- Stapeling van het product in de ruimte

## Product

Elk product heeft zijn eigen specifieke ‘warmteopbrengst’ en bewaarcondities. Levende producten, zoals groente en fruit, produceren ademhalingswarmte. Dode producten, zoals vlees(waren), niet. Gaat men fruit opslaan in een cel die berekend is voor het bewaren van vleeswaren, dan zal men dus koelcapaciteit te kort kunnen komen. Daarnaast is er ook verschil tussen het bewaren van ingepakte (gesealde) of onverpakte producten. Zie je dat dit het geval is, dan moet je de klant informeren over het verkeerd gebruik van de installatie en de problemen die hierdoor ontstaan. Wil de klant dit toch allemaal met een installatie kunnen doen, dan moet de installatie aangepast worden voor het werken op verschillende verdampertemperaturen.



---

**Figuur 27** Opslag groente met ademhalingswarmte (Bron Geerlofs)

## Hoeveelheid product

Is een installatie berekend op het inkoelen van bijvoorbeeld 1000 kilo product en men gaat in plaats daarvan 2000 kg product inkoelen, dan zal er ook een capaciteittekort optreden. Hetzelfde geldt voor het bewaren van een product. Is de installatie berekend voor 1000 kg opslag, dan zal deze voor 2000 kg capaciteit te kort komen. Dit geval doet zich vaak voor rond de feestdagen. De detailhandel wil dan veel goederen op voorraad hebben en laadt de cel te vol. In deze gevallen moet je met de klant bespreekbaar maken dat hij behoeft heeft aan extra koelcapaciteit. Hij moet in dit geval de installatie waar mogelijk aanpassen of een extra mobiele installatie huren.

## Buitentemperatuur

Het is belangrijk te weten voor welke buitentemperatuur de installatie ontworpen is. Is het buiten veel warmer dan deze ontwerptemperatuur, dan zal de installatie niet op temperatuur komen. Is de temperatuur veel lager dan de bij de berekening gebruikte temperatuur, dan zal de installatie ook niet op temperatuur kunnen komen en regelmatig uitvallen. Dit komt omdat de condensorcapaciteit ontworpen is voor een bepaalde omgevingstemperatuur. Een oplossing is om de klant een condensordrukregeling aan te bevelen.

## Inslagijd

Installaties zijn berekend om binnen een bepaalde tijd ( $t$ ) een bepaalde hoeveelheid product (kg) af te kunnen koelen. Zo kan er in de berekening vanuit zijn gegaan, dat 1000 kg product in 5 uur wordt afgekoeld van 20°C naar 1°C. Aan deze tijd kan weinig veranderd worden. Daar zal de klant dus rekening mee moeten houden. Let hier op als een klant klachten heeft dat de celtemperatuur lange tijd te hoog is. Let ook op of er niet veel meer dan die 1000 kg in een keer geladen wordt.

## Aanpassingen verlichting

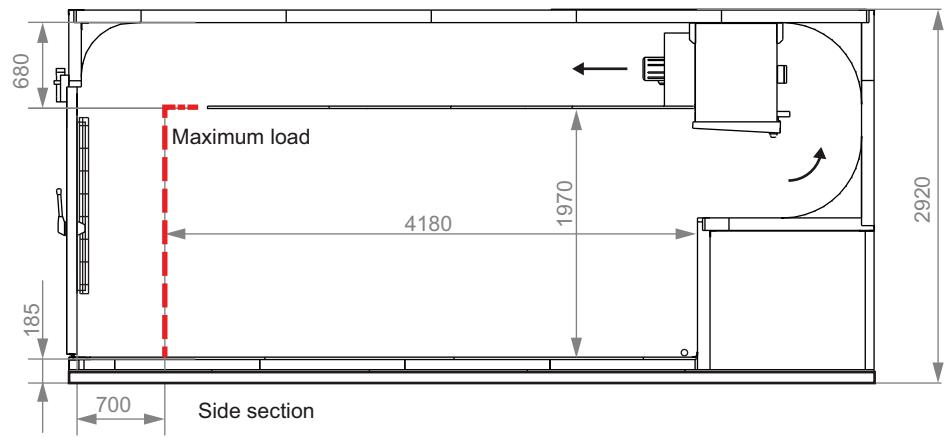
De kleur van een product in een opstelkast of open vitrine wordt medebepaald door de aanwezige verlichting. Het komt voor dat klanten klagen over verkleuring van hun producten en dat dit komt door de koeling. Bij een beetje navragen blijkt dat de lampen in de ruimte of de vitrine vervangen zijn. Het ligt in dit geval dus niet aan de installatie maar aan de lampen.

## Aanpassing aan de opstelruimte

Daarnaast moet de monteur weten of er achteraf aanpassingen aan de opstelruimte hebben plaatsgevonden. Stel, er is een open vitrine in een ruimte geplaatst. In de opstelruimte is achteraf een ventilator opgehangen. Het gevolg hiervan kan zijn dat de vitrine als het ware leeggezogen wordt door de ventilator. Het gevolg hiervan weer is dat het aantal luchtwisselingen in de vitrine toeneemt en er een versnelde ijsvorming in de vitrine plaats zal vinden. In dit geval kan je adviseren de ventilator te verplaatsen, uit te laten of in capaciteit te verlagen. Bij een open vitrine kan ook een warme luchtstroom uit de omgeving van invloed zijn op de werking.

## Stapeling van het product

De temperatuur van een product in een cel is sterk afhankelijk van de luchtcirculatie in de cel en door het product. Zo moet er over het algemeen een ruimte aanwezig zijn tussen de bovenzijde van het product en het plafond van de cel van ca 10% van de celhoogte. Ook moet de lucht door de opgeslagen goederen kunnen stromen. Klanten hebben de neiging hun koelcel helemaal vol te pakken waardoor de luchtcirculatie in de cel verstoord wordt. In deze gevallen moet je de klant vertellen hoe hij zijn cel het beste kan beladen.



**Figuur 28** Voorbeeld maximale hoogte in koelcel



Top Section

**Figuur 29** Voorbeeld plaatsing van pallets in koelcel

### Waar kunnen de gegevens van de installatie gevonden worden

Bij oudere installaties kan je de beheerder/eigenaar van de installatie vragen of hij nog in het bezit is van de originele installatiegegevens. Bij installaties van na 1997 is er de verplichting een installatielogboek te hebben. Hierin zijn alle belangrijke installatiegegevens opgenomen.

## Het vervangen/repareren van onderdelen

Bij een onderhoudsbeurt controleer je de staat en werking van de hele installatie en componenten. Er komt een moment waarop je de keuze moet maken of je bepaalde onderdelen preventief moet vervangen. Het kan zelfs zo zijn dat de kosten voor vervangen of repareren zo hoog worden, dat het beter is de gehele installatie te vervangen.

Overwegingen bij het wel of niet vervangen van componenten

- De algehele toestand van de installatie
- Leeftijd van de totale installatie
- Leeftijd van het onderdeel
- Zijn de onderdelen nog te verkrijgen
- Eerdere uitgevoerde reparaties
- Toekomstplannen van de eigenaar van de installatie voor het gebruik



---

**Figuur 30**

Belangrijk is dat je een goede afweging maakt tussen de waarde van de installatie en de kosten van een eventuele reparatie/vervanging. Dit is natuurlijk sterk afhankelijk van het betreffende onderdeel. Bij een compressor met meerdere cilinders is het vaak goedkoper om de kleppenplaat van een cilinder te repareren dan de gehele compressor te vervangen. Daarnaast moet je kijken naar de leeftijd van de installatie; de gemiddelde afschrijftermijn ligt tussen de 10 en de 15 jaar. Je moet dan een goede afweging maken tussen de restwaarde van de installatie en de prijs van de vervanging/reparatie.

### Vervanging/reparatie

De onderdelen die het meeste voor vervanging/reparatie in aanmerking komen zijn

- De compressor
- Olieafscheiders
- Filter/drogers
- Expansieorganen
- Verdampers
- Condensors
- Magneetkleppen
- Drukgestuurde kleppen/afsluiters

## **De compressor**

De slijtage is sterk afhankelijk van het aantal draaiuren, het aantal start/stops per uur en een goede oliehuishouding. Hermetisch gesloten compressoren kunnen niet gerepareerd worden en moeten vervangen worden. Bij semi-hermetische- en opencompressoren kunnen bepaalde onderdelen gerepareerd/vervangen worden. Hierbij moet je denken aan de kleppenplaten, de aandrijfmotoren en bij grote installaties de zuigers en cilinders.

## **Olieafscheiders**

De slijtage is afhankelijk van draaiuren en aantal start/stops. De standaardafscheiders zijn niet te repareren en moeten worden vervangen.

## **Filter/drogers**

Vervuiling/verzadiging is vooral afhankelijk van de werkwijze bij de reparatie/vervanging van overige onderdelen. Deze zijn over het algemeen niet te repareren en moeten worden vervangen.

## **Expansieorganen**

Slijtage afhankelijk van draaiurenbeschadiging. Over het algemeen niet te repareren.

## **Verdampers**

De verdamper kan lek raken. Dit kan door stoten, trilling, vorstschade of zuren uit de producten die in de lucht aanwezig zijn. Een ander probleem is dat er zich aan de binnenzijde van de verdamper olie afzet, wat een nadelige invloed heeft op de warmteoverdracht en dus op het energieverbruik van de installatie. Verdampers zijn slecht te repareren (arbeidsintensief dus duur) en worden dus vervangen.

## **Condensor**

Condensors kunnen lek raken door slecht onderhoud, beschadiging en trilling. Condensors zijn slecht te repareren (arbeidsintensief dus duur) en worden dus vervangen.

## **Ventilatoren**

Controleer de ventilatoren op vervuiling en de juiste draairichting. Als het lager van de motor versleten is (geluid) de motor vervangen.

## **Magneetkleppen**

Bij magneetkleppen kan de spoel doorbranden. Deze is niet te repareren en moet vervangen worden.

## **Drukgestuurde kleppen/afsluiters**

Deze zijn niet te repareren en worden vervangen. Alleen bij indirect-gestuurde afsluiters kan het aansturende en het aangestuurde deel gescheiden worden en kunnen verschillende onderdelen vervangen worden.

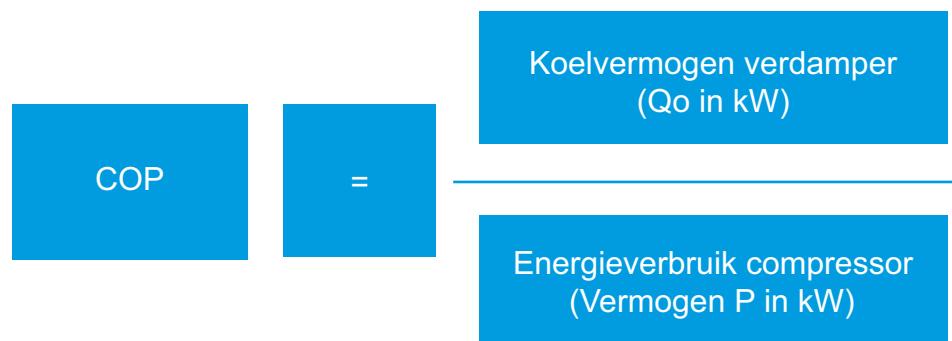
Of je gaat vervangen of repareren wordt bepaald door kosten die gemaakt moeten worden en de rest levensduur van de installatie. Wat daarnaast meespeelt zijn de plannen van de eigenaar: wil hij de installatie vervangen of misschien wel uitbreiden? Het is belangrijk een goed onderbouwd verhaal te hebben om, in overleg met de eigenaar van de installatie, tot een goed besluit te komen.

## Duurzaamheid

Wat wordt er eigenlijk verstaan met de kreet "duurzaam"? Bij duurzame ontwikkeling is sprake van een ideaal evenwicht tussen ecologische, economische en sociale belangen. Voor de koudetechniek betekent dit dat het energieverbruik van de installaties zo laag mogelijk moet zijn en dat er gebruik wordt gemaakt van recyclebare materialen.

Het energieverbruik van een koelinstallatie is sterk afhankelijk van de constructie en het onderhoud. De energieprestatie wordt uitgedrukt in de COP-waarde (coëfficiënt off performance).

Populair gezegd is dit: hoeveel koelvermogen (verdamper) geeft de verdamper en hoeveel energie (compressor) gebruikt de installatie hiervoor? Een hoge COP-waarde betekent een gunstig energieverbruik.



**Figuur 31** COP-berekening

Bij de technische gegevens van een compressor is vaak een COP-waarde gegeven. Bij het ontwerp van de totale installatie wordt ook een COP-waarde gegeven. Maar hoe draait de installatie nu in werkelijkheid; wat is de actuele COP? Wil je het echt weten dan moet je de procescondities meten en met behulp van een h-log-p-diagram beide energiestromen vaststellen. In de praktijk wordt vaak alleen gekeken naar het stroomverbruik/opgenomen vermogen van de compressor (kWh-meter). Als dit veel hoger ligt dan verwacht, gaat men pas verder onderzoek doen.

## Voorbeeldberekening COP

Bij een onderhoudsbeurt heb je metingen uitgevoerd hoe de installatie draait. Deze gegevens heb je vastgelegd in het meetrapport. Op basis hiervan is in **figuur 32** het kringloopp proces getekend in het h-log-p-diagram.

In het diagram zijn de volgende condities getekend

- Condensatiedruk = 14,65 bar (a)
- Condensatietemperatuur = 30°C (303K)
- Verdampingsdruk = 2,14 bar(a)
- Verdampingstemperatuur = -30°C (243K)
- Eindverdampertemperatuur = -20°C
- Zuiggastemperatuur = - 10°C
- Eindcompressietemperatuur = 77°C
- Vloeistoftemperatuur = 20°C

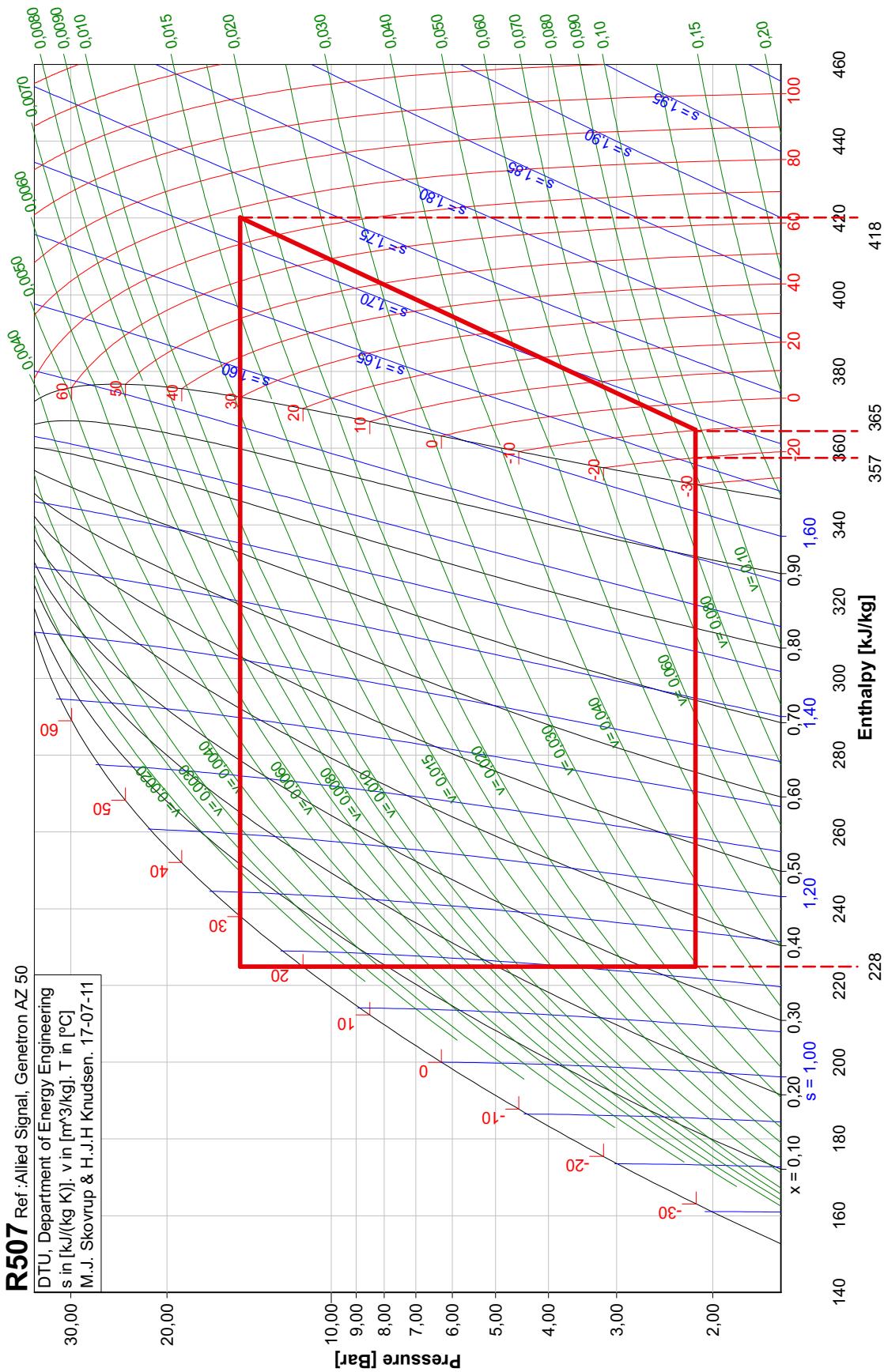
Na het tekenen van de kringloop lees je de volgende gegevens af

- In de verdamper-opgenomen warmte (koeleffect) =  $357 - 228 = 129 \text{ kJ/kg}$
- In de condensor-afgevoerde warmte =  $418 - 228 = 190 \text{ kJ/kg}$
- De compressiearbeit =  $418 \text{ kJ/kg} - 365 \text{ kJ/kg} = 53 \text{ kJ/kg}$

De actuele COP =  $129/53 = 2,43$ .

Dit wordt ook wel de koudefactor  $\varepsilon$  (epsilon) genoemd als verhouding tussen de in de verdamper opgenomen warmtestroom  $\Phi_o$  (kJ/kg) en het aan de compressor-toegevoerde vermogen  $P$  (kJ/kg).

**R507** Ref :Allied Signal, Genetron AZ 50  
 DTU, Department of Energy Engineering  
 s in [kJ/(kg K)]. v in [ $\text{m}^3/\text{kg}$ ]. T in [°C]  
 M.J. Skovrup & H.J.H Knudsen. 17-07-11



**Figuur 32** Meetgegevens in h log p-diagram

## **Verbetermogelijkheden**

Wat zijn nu de mogelijkheden om de energieprestatie (rendement) van de installatie te verbeteren? Wat al blijkt uit voorgaande berekening is dat de compressie-eindtemperatuur grote invloed heeft op het rendement. Hoe lager die wordt, hoe hoger het rendement zal worden. Het is dus erg belangrijk om goed onderhoud uit te voeren aan de condensor. Maak daarom de condensor altijd goed schoon.

Mogelijkheden voor rendementsverbetering zijn

- De luchtcirculatie door de condensor verbeteren. Het is belangrijk de condensor schoon te houden en bij luchtgekoelde condensoren de lamellen recht te zetten. Staan er meerdere geschakelde ventilatoren op een condensor, dan kan je ook het schakelmoment van de ventilatoren aanpassen
- Het verschil tussen de verdamperdruk en de condensdruk verkleinen. Dit is mogelijk door in plaats van een mechanische expansieventiel een elektronische expansieventiel toe te passen
- Isolatie van de zuigleiding verbeteren. Daardoor wordt er minder warmte opgenomen in de zuigleiding en zal de eindcompressietemperatuur afnemen
- Capaciteitsregeling van de compressor door middel van bijvoorbeeld kleplichting, moduleerde- of toerenregeling in plaats van een heetgas-bypassregeling
- Toerentalregeling van de condensorventilatoren in plaats van een aan/uitregeling
- Schoonmaken van de ventilatorbladen
- Isolatiewaarde van de wanden van de cel/ruimte verbeteren
- Luchtcirculatie in de cel/ruimte verbeteren
- Het isoleren van leidingen. In transportleidingen kan warmteverlies optreden. Door dit tegen te gaan zal het energieverbruik van de installatie afnemen
- Controleer de goede werking van de eventueel aanwezige carterverwarming
- Aangezien bij oudere installaties de COP-waarde in deellast slechter is dan in vollast, moet je kijken naar deellast/vollastverhouding. De installatie moet zoveel mogelijk in vollast draaien. Bij een grote deellast kan je het beste overgaan op het gebruik van meerdere compressoren die afgeschakeld kunnen worden, dan 1 compressor die je in vermogen regelt.

Naast aanpassingen aan de installatie kan je ook adviseren om over te stappen naar een ander, bij voorkeur, natuurlijk koudemiddel of HFO's. Dit betekent in vele gevallen dat de complete installatie vervangen moet worden. Bij elk advies tot verbetering of aanpassing is het van belang dat de eigenaar van de installatie een goed inzicht krijgt in de te verwachten investering en het rendement van deze investering. Om daar een goede lijn in te krijgen is er door de overheid een uniforme methodiek gedefinieerd.

Er zijn twee rekenmethodes ontwikkeld: een eenvoudige variabele Terug-Verdien-Tijd (TVT)-methode, die in het algemeen gebruikt kan worden. En een uitgebreide Netto-Contante-Waarde(NCW)-methode. Deze wordt gebruikt bij grote investeringen en wanneer de geldstroom, gedurende de levensduur van de investering, niet constant is.

## Milieueisen

De synthetische koudemiddelen (F-gassen- HFK's) worden 'uitgefaseerd'. Dit betekent dat ze in de toekomst bij nieuwe installaties niet meer toegepast mogen worden en bestaande installaties niet meer worden bijgevuld. Dit betekent dat een eigenaar van een koelinstallatie moet weten wat de toekomstige gevolgen zijn voor zijn installatie met zo'n koudemiddel. Als servicemonteur is het belangrijk op de hoogte te zijn van dit soort wettelijke eisen aan installaties en koudemiddelen.

## Belangrijkste maatregelen

- Vanaf 1 januari 2020 mogen er geen koelkasten en diepvriezers voor commercieel gebruik (hermetisch-afgesloten systemen) gemaakt worden met HFK's met een GWP 2500 of meer zoals R404A en R507
- Vanaf 1 januari 2022 mogen er geen koelkasten en diepvriezers voor commercieel gebruik (hermetisch-afgesloten systemen) gemaakt worden met HFK's met een GWP 150 of meer
- Vanaf 1 januari 2020 mogen geen verplaatsbare klimaatregelingstoestellen (hermetisch-afgesloten) gemaakt worden met HFK's met een GWP van 150 of meer
- Vanaf 1 januari 2020 mogen geen stationaire koel- en klimaatapparatuur/installaties gemaakt worden met HFK's met een GWP 2500 of meer
- Vanaf 1 januari 2022 mogen geen centrale koelsystemen voor commerciële koeling (retail & food) met een koelvermogen >40 kW met HFK's met een GWP >150 gemaakt worden. Dit geldt niet voor cascadesystemen. Hierbij mag het primaire circuit gevuld zijn met een GWP <1500
- Vanaf 1 januari 2020 mogen mobiele hermetisch-gesloten airco's gemaakt worden met HFK's met een GWP 150 of meer
- Vanaf 1 januari 2025 mogen geen single split-airco's met een koudemiddelinhou <3 kg met HFK's met een GWP 750 of meer gemaakt worden
- De productie van F-gassen wordt afgebouwd vanaf 2015 (nog 100%) tot 21% in 2030. Die worden dus schaars en duur
- Vanaf 1 januari 2020 mogen bestaande installaties (koudemiddelinhou > 12 kg) alleen nog worden bijgevuld met gerecycled of geregenererd koudemiddel R404A en R507. De prijs van deze koudemiddelen zal dus hoger worden en daarmee de kosten voor bijvullen bij stortingen, lekkages en onderhoud
- Na 1 januari 2030 is bijvullen van installaties met een geregenererde/gerecycleerde HFK verboden. Installaties met een koudemiddelinhou <40 ton CO<sub>2</sub>-equivalent (lees: <10kg R404A/R507A) voor vriestoepassing die met een temperatuur werken lager dan -50°C
- Installaties met R12 of R22 mogen nog draaien maar niet meer bijgevuld worden. Je kunt dus geen onderhoud meer uitvoeren waarbij koudemiddelhandelingen buiten de installatie nodig zijn. Een lekkage geeft dus ook direct problemen bij de gebruiker.

## Oplossingen en advies

Installaties met een koudemiddelen dat wordt uitgefaseerd kunnen doordraaien als de toepassing niet kritisch is, de installatie nog betrouwbaar en lekdicht is. Is dat niet het geval, dan moet je overstappen naar een vervangend koudemiddel. Er zijn al HFO-vervangers voor R134A. Ook voor andere koudemiddelen zullen vervangers gemaakt worden. Zorg er in elk geval voor dat je een koudemiddel voorschrijft met een zo laag mogelijke GWP. Natuurlijke koudemiddelen hebben in deze de voorkeur.