

Onderzoeksrapport

Opdrachtgevers:

NEKOVRI

Vereniging van Nederlandse koel- en vrieshuizen
Brussellaan 7a
Eindhoven
Contactpersoon: de heer K. van Soest

NVKL

Nederlandse vereniging voor ondernemingen op het gebied van
koudetechniek en luchtbehandeling
Boerhavenlaan 40
Zoetermeer
Contactpersoon: de heer ing. J.H. Hoogkamer

In samenwerking met:

Grenco b.v. - 's Hertogenbosch
GTI Koudetechniek b.v. – Zoetermeer
York International b.v. – Apeldoorn

Rapportage

Lobregt Project Development b.v. - Apeldoorn Opdracht: 2004/08

Aan dit project is in het kader van het Besluit Milieusubsidies 2004, regeling milieugerichte technologie een subsidie verleend vanuit het programma Reductie Overige Broeikasgassen dat gefinancierd wordt door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. SenterNovem beheert dit programma.

NVKL, Nederlandse Vereniging van Koudetechniek en Luchtbehandeling
Boerhaavelaan 40 - NL 2713 HX Zoetermeer
Postbus 190 - NL 2700 AD Zoetermeer
Tel. +31 (0)79 – 353 12 59, Fax +31 (0)79 – 353 11 15
info@nvkl.nl - www.nvkl.nl

NEKOVRI, Vereniging van Nederlandse Koel- en Vrieshuizen
Brussellaan 7a - NL 5628 TA Eindhoven
Postbus 9713 - NL 5602 LS Eindhoven
Tel. +31 (0)40 – 256 52 63, Fax +31 (0)40 – 255 33 20
info@nekovri.nl – www.nekovri.nl

Dit rapport is bedoeld voor eigenaren van koel- en vrieshuizen en hun technisch medewerkers. 75% van de koelinstallaties van NEKOVRI-leden werkt nog met het koudemiddel R22. Voor dit koudemiddel wordt een sterfhuisconstructie gehanteerd. Nieuwbouw mag niet meer, verbouw wordt steeds moeilijker, de beschikbaarheid van het koudemiddel neemt af en over enige tijd mag er niet meer worden bijgevoerd. Dit alles omdat R22 schadelijk is voor de ozonlaag.

Veel ondernemers worstelen met de vraag wat met de bestaande R22 koeling te doen: tot op de laatste dag in bedrijf houden, nu ombouwen of alles volledig vervangen. Het betreft zeer hoge investeringen en levert de ondernemer geen extra omzet op.

NEKOVRI en **NVKL** hebben laten onderzoeken wat de kosten zijn van de verschillende opties en wat de gevolgen zijn voor exploitatie.

Het onderzoek is uitgevoerd aan verschillende koel- en vriesinstallaties van Nekovri-leden. Grenco, GTI Koudetechniek en York International hebben de detailstudies uitgevoerd. Lobregt Project Development heeft de resultaten geanonimiseerd, conclusies getrokken en samengevat. Dit rapport is het resultaat van het gezamenlijk onderzoek.

Leeswijzer

Het rapport begint met een korte toelichting op de huidige situatie en geeft aan welke informatie nodig is om straks te kunnen beslissen. Afhankelijk van uw eigen situatie wordt u doorverwezen naar het relevante hoofdstuk in dit rapport. Doelstelling is het zichtbaar maken van de diverse mogelijkheden en bijbehorende consequenties.

De achterliggende rapportage begint met enkele vragen aan de ondernemer om de huidige situatie inzichtelijk te maken en eventueel aanvullende voorbereidingen te treffen.

Het achterliggende rapport bespreekt 6 verschillende situaties:

Situatie 1	Decentrale DX koelinstallatie
Situatie 2	Decentrale DX vriesinstallatie
Situatie 3	Centrale DX koelinstallatie
Situatie 4	Centrale DX vriesinstallatie
Situatie 5	Pomp koelinstallatie
Situatie 6	Pomp vriesinstallatie

Deze uitwerkingen zijn bedoeld om meer in detail de installatie te kunnen beoordelen en vragen van de lezer de nodige koeltechnische kennis.

Inhoudsopgave:

1	Ombouw R22 installaties	6
1.1	Kostenbesparing door hergebruik	6
1.2	Minimale kosten	6
1.3	Eerst inventariseren	7
2	Ontwikkelingen rondom H(C)FK's	8
2.1	HFK's een snel groeiend milieuprobleem	8
2.2	Gelimiteerd R22 gebruik	9
3	Exploitatieoverzicht	
3.1	Voorbeeld exploitatieoverzicht	11
3.2	Invulformulier	12
4	Koeltechnische informatie	13
A	Decentrale DX koelinstallatie	13
A 1	R417A	14
A 2	R407C	15
A 3	R507 / R404A	15
A 4	R134A	15
B	Decentrale DX vriesinstallatie	16
B 1	R417A	16
B 2	R407C	17
B 3	R507 / R404A	17
C	Centrale DX koelinstallatie	18
C 1	Leidingwerk en componenten volledig in koper	18
C 1.1	R417A	19
C 1.2	R407C	19
C 1.3	R134A	19
C.1.4	R507 / R404A	20
C 2	Compressor	21
C 2.1	Advies bij semi-hermetische compressor	21
C 2.2	Advies bij open compressor	22
C 3	Leidingwerk en appendages	23
C 3.1	Advies bij koper	23
C 3.2	Advies bij staal	23
C 4	Condensor	24
C 5	Koelers	24
C 5.1	Koperen koelers	24
C 5.2	Stalen Koelers	25
C 6.1	Alles staal, NH ₃ direct	25
C 6.2	NH ₃ direct niet toepasbaar	26

D	Centrale DX vriesinstallatie	27
D 1	Leidingwerk en componenten volledig in koper	27
D 1.1	R417A	28
D 1.2	R407C	28
D 1.3	R507 / R404A	29
D 2	Compressor	29
D 2.1	Advies bij semi-hermetische compressor	29
D 2.2	Advies bij open compressor	30
D 3	Leidingwerk en appendages	31
D 3.1	Advies bij koperen leidingen	31
D 3.2	Advies bij staal	31
D 4	Condensor	32
D 5	Koelers	32
D 5.1	Koperen koelers	32
D 5.2	Stalen Koelers	33
D 6.1	Alles staal, NH ₃ direct	33
D 6.2	NH ₃ direct niet toepasbaar	34
E	Pompcirculatie koelinstallaties	35
E 1	Beschrijving systeem en koudemiddel	35
E 2	Compressor	36
E 2.1	Advies bij semi-hermetische compressor	36
E 2.2	Advies bij open compressor	36
E 3	Leidingwerk, afscheider en appendages	37
E 3.1	Advies bij koperen leidingen	37
E 3.2	Advies bij staal	37
E 4	Condensor	38
E 5	Koelers	39
E 5.1	Koperen koelers	39
E 5.2	Stalen Koelers	39
E 6.1	Alles staal, NH ₃ direct	40
E 6.2	NH ₃ direct niet toepasbaar	40
F	Pompcirculatie vriesinstallaties	41
F 1	Beschrijving systeem en koudemiddel	41
F 2	Compressor	42
F 2.1	Advies bij semi-hermetische compressor	42
F 2.2	Advies bij open compressor	42
F 3	Leidingwerk, afscheider en appendages	43
F 3.1	Advies bij koperen leidingen	43
F 3.2	Advies bij staal	43
F 4	Condensor	44
F 5	Koelers	44
F 5.1	Koperen koelers	44
F 5.2	Stalen Koelers	45
F 6.1	Alles staal, NH ₃ direct	45
F 6.2	NH ₃ direct niet toepasbaar	46
	Adressen	47

1 Ombouw R22 installaties

De komende 10 jaar zal het merendeel van de Nederlandse koeltechnische installaties aangepast moeten worden. In deze installaties zit het chloorhoudende R22, een koudemiddel dat vanaf 2010 waarschijnlijk niet meer bijgevoerd mag worden. NEKOVR1 (vereniging van koel- en vrieshuizen) en NVKL (vereniging van koelinstallateurs) hebben voor industriële installaties een overzicht gemaakt van de ombouwmogelijkheden, de kosten en de gevolgen voor het milieu.

1.1 Kostenbesparing door hergebruik

De prijs van een nieuwe installatie wordt op 100 gesteld. Onderstaande tabel geeft aan in welke orde van grootte de besparing ligt indien gebruik gemaakt wordt van bestaande componenten.

Hergebruik onderdeel	Kostenbesparing
Compressoren	15-25%
Luchtkoelers	15-25%
Condensoren	10-15%
Leidingwerk & appendages	20-30%
Besturings- en elektrotechniek	15-25%

1.2 Minimale kosten

De minimale kosten voor ombouw zijn:

- nieuwe koudemiddelinhoud
- afvoeren bestaand koudemiddel
- nieuwe smeerolie (inclusief 2 tot 3 maal filters vervangen)
- nieuwe pakkingen compressor.

De kosten voor afvoeren van R22 dat niet meer hergebruikt kan worden lopen op tot 10 à 15 euro / kg. Bij een zeer hoge kwaliteit kan R22 soms kosten neutraal worden afgevoerd.

De minimale kosten voor ombouwen zijn ca 10% van de kosten van een nieuwe installatie.

1.3 Eerst inventariseren

Voordat een beslissing gemaakt wordt voor:

- handhaven bestaande installatie
- ombouw naar ander koudemiddel
- of complete nieuwbouw

dienen de volgende vragen beantwoord te worden:

- I. Wat zijn de jaarlijkse energiekosten van deze installatie? Een ander koudemiddel kan de energiekosten met meer dan 30% doen dalen of met 30% doen stijgen.
- II. Wat zijn de jaarlijkse onderhoudskosten? Nieuwbouw kan de kosten fors doen dalen.
- III. Wat is de jaarlijkse koudemiddellekkage, wat zijn de oorzaken en wat zijn de kosten (inclusief boetes)?
- IV. Is er binnen de bestaande milieuvergunning ruimte voor meer dan 400 kg¹ NH₃? Als dit nog niet geregeld is, verdient het de voorkeur dit bij de eerst volgende revisie van de milieuvergunning aan te vragen.
- V. Zijn er certificaten voor leidingwerk, koelers, condensors etc. met opgegeven werkdrukken? (Sinds 2002 noodzakelijk voor PED). Ook voor ombouw naar HFK's is het noodzakelijk de PED-eisen mee te nemen.
- VI. Is een glide² voor mijn producten toegestaan?
- VII. Hoelang kunnen mijn koel/ vriescellen buiten bedrijf zijn?
- VIII. Zijn er plannen voor verandering / uitbreiding? Door dit te combineren met renovatie kunnen kosten verminderd worden.
- IX. Is er voldoende winst (gemaakt) om gebruik te maken van fiscale subsidies?
- X. Welke wijzigingen zijn er sinds najaar 2004 in de subsidies gekomen?

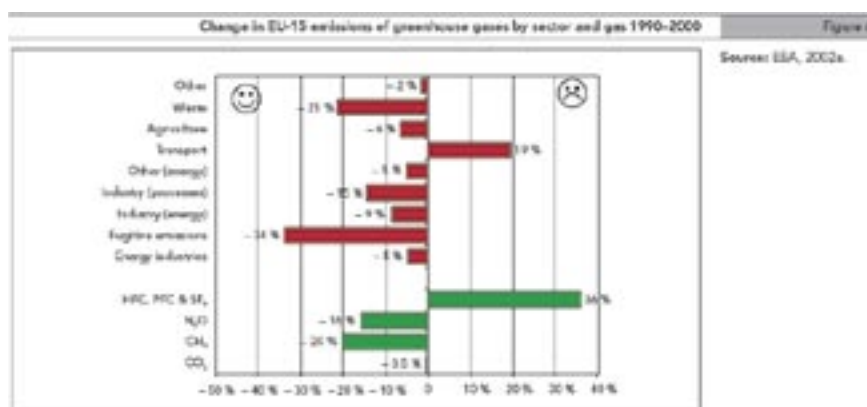
¹ Volgens de nieuwe wetgeving Externe Veiligheid kan voor NH₃ koeling tot 400 kg met een melding worden volstaan. Boven de 400 kg is een wijziging van de milieuvergunning noodzakelijk.

² Sommige koudemiddelen (o.a. R407C en R417A) hebben bij het verdampen geen vaste druk / temperatuur relatie. De temperatuur is naast druk ook afhankelijk van de verhouding gas/vloeistof. Het verschil kan 5 tot 7K bedragen. Gevolgen van een verkeerde toepassing zijn o.a. een te sterke uitdroging van opgeslagen producten.

2 Ontwikkelingen rondom H(C)FK's

2.1 HFK's een snel groeiend milieuprobleem

HFK's (onderdeel van de F-gassen) zijn sterke broeikasgassen. Op 14 oktober 2004 is binnen Europa besloten de uitstoot van deze middelen streng te gaan aanpakken (IP/04/1231). De uitstoot van F-gassen behoort al jaren tot de snelst groeiende milieuproblemen binnen de EU. In onderstaande tabel is dit een stijging van 36% in 10 jaar.



Figuur 1 HFK's, de snelst stijgende broeikasgassen³

Voor het einde van 2004 is EU wetgeving over F-gassen rond, waarna de verschillende landen 18 maanden de tijd hebben om deze wetgeving te implementeren. Tot de regelgeving behoren o.a.:

- Verbod op F-gassen voor: autobanden, ramen, brandwerende voorzieningen, blusmiddelen, spuitbussen, schoeisel en diverse andere zaken.
- Verbod op HFK's (R134a) vanaf 2011 voor nieuwe auto-airconditioning en vanaf 2017 voor alle auto-airconditioning.
- Tot 2011 maximaal 40 gr R134a per jaar lekkage uit auto-airconditioning.
- Diverse eisen aan koelinstallaties en personeel o.a. m.b.t. inspecties, monitoring en training. In principe wordt gesteld dat koelinstallaties geen HFK koudemiddel mogen lekken.

Het ministerie van VROM heeft hierover op haar website gepubliceerd:

Fluorgassen (www.vrom.nl)⁴

De Europese milieuministers hebben een politiek akkoord gesloten over fluorgassen. Dit zijn krachtige broeikasgassen die onder het Kyoto-protocol vallen. Een aantal producten met gefluorideerde broeikasgassen (fluorgassen) wordt verboden. Dit geldt voor gebruik van fluorgassen in bijvoorbeeld dubbelglas, brandblussers, sportschoenen, autobanden en amusementsartikelen. Dit hebben de milieuministers besloten.

Van Geel vindt het van groot belang dat er een politiek akkoord is gesloten over fluorgassen en dat er nu wetgeving komt om het gebruik van deze hele sterke broeikasgassen in producten terug te dringen. Sommige fluorgassen hebben een broeikaseffect dat duizenden malen sterker is dan CO₂. Met de nieuwe Europese wetgeving wordt ook geregeld dat koelinstallaties, airconditioning, brandbeveiligingsinstallaties en warmtepompen geen fluorgassen meer mogen lekken. In de toekomst mogen autoairco's geen fluorgassen meer bevatten die een te groot broeikaseffect hebben. Voorafgaande aan dat verbod mogen autoairco's nog maar beperkte hoeveelheden van deze fluorgassen lekken.

³ European Environmental Agency, "Green house emission trends and projections in Europe" Copenhagen 2002

⁴ Bericht VROM site van 18 oktober 2004

Wetgeving andere landen ⁵

- *Denemarken:* Per 1 januari 2006 verbod op import, verkoop en gebruik van HFK's.
- *Noorwegen:* Sinds 1 januari 2003 belasting op HFK's
- *Zweden:* Voorstel voor belasting conform Noors model en voorstel tot verbod per 1 januari 2007
- *Zwitserland:* Per 1 januari 2003 verbod HFK's voor huishoudkoelkasten en per 1 januari 2005 voor airconditioning. Voor koeltechniek is nog geen beslissing genomen.
- *Frankrijk:* Diverse onderzoeken naar verminderen HFK emissie, o.a. door invoeren van belastingmaatregelen. Verbod wordt niet verwacht.
- *Duitsland:* Per september 2002 voorstel om te komen tot HFK reductie daar waar natuurlijke koudemiddelen tot de mogelijkheden behoren. Dit wordt geharmoniseerd met EU wetgeving.
- *Oostenrijk:* Verbod op HFK's per 1 januari 2008
- *Europa:* Zoveel mogelijk emissie beperken. Geen verbodsbepaling.

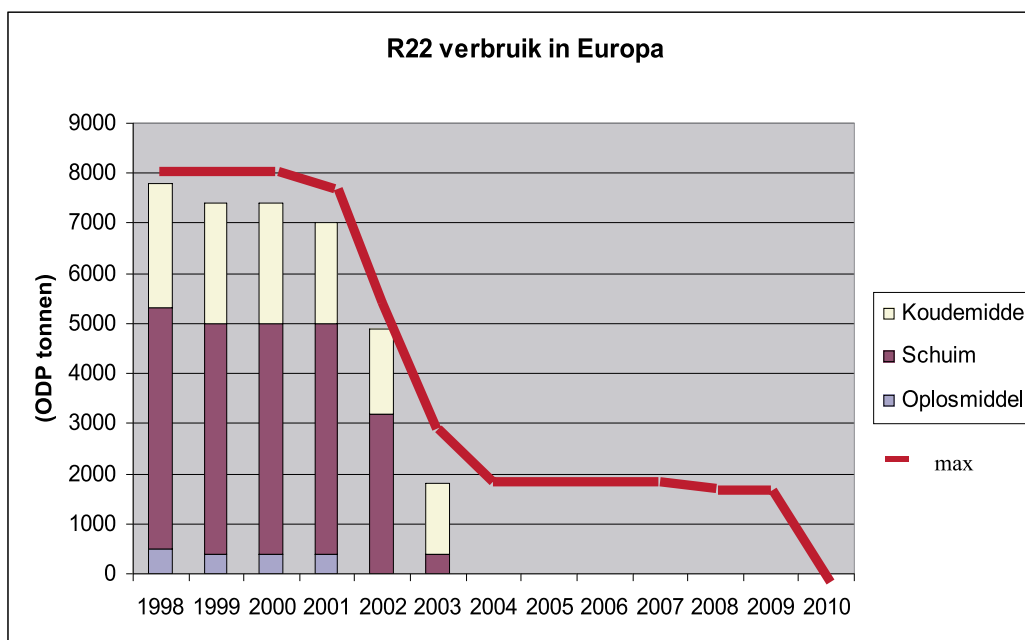
2.2 Gelimiteerd R22 gebruik

In het kader van de uitfasering van R22 heeft de EU productielimieten opgesteld voor R22. Deze zijn in volgende figuur⁶ globaal weergegeven. De toegestane productie neemt per jaar af. Vanaf 2004 is koudemiddel de enige gebruiker. Het lijkt erop dat het productieplafond van ca 2000 ODP ton voor Europa genoeg is. Toch zijn er bij de NVKL signalen binnengekomen dat in de zomer van 2003 sprake was van een fragiel evenwicht. Een tekort aan R22 kan sterk negatieve gevolgen hebben voor de bedrijfszekerheid van koel- en vrieshuizen.

Naast het nieuwe R22 is er een circuit van gebruikt R22. De omvang hiervan is niet bekend.

⁵ Fri Jado Etten Leur, "R744 (CO₂) koudedragers of koudemiddel." Koude en Luchtbehandeling 97 nr. 9A

⁶ Informatie ontvangen van NVKL



EU verordening (www.nvkl.nl)

EU Verordening Nr. 2037/2000, over HCFK's (R22) van het Europees Parlement en de Raad van 29 juni 2000 betreffende de ozonlaag afbrekende stoffen. Op 29 september 2000 is de nieuwe verordening gepubliceerd in het publicatieblad van de Europese Gemeenschap, nummer L244.

De belangrijkste verbodsdata en toepassingsverboden zijn:

per 1 januari 2000 mogen HCFK's niet meer worden toegepast in nieuwe koel- en klimaatregelingsapparatuur voor openbare of voor distributie gebruikte koel- en vrieshuizen en voor apparatuur met een aandrijf(as)vermogen van 150 kW of meer.

per 1 januari 2001 mogen HCFK's niet meer worden toegepast in nieuwe koel- en klimaatregelingsapparatuur.

per 1 januari 2010 mogen bestaande HCFK-installaties alleen nog maar worden bijgevoerd met geregenereerde HCFK's;

per 1 januari 2015 mogen HCFK's niet meer worden gebruikt voor service- en onderhoudswerkzaamheden.

CFK's waaronder R11, R12 en R502

- per 1 oktober 2000 mag er niet meer worden gehandeld in CFK's;
- per 1 januari 2001 mogen CFK's niet meer worden gebruikt voor service- en onderhoudswerkzaamheden

3 Exploitatieoverzicht

Aan de hand van de uitgewerkte projecten is een overzicht gemaakt van de kosten en baten van ombouw van een R22 DX vriesinstallatie. Op soortgelijke wijze kunnen voor de eigen koeling verschillende concepten naast elkaar gezet worden.

3.1 Voorbeeld exploitatieoverzicht

Situatie: 200 kW vriesvermogen. R22 dx met industriële compressor, koperen leidingen. Huidig energiegebruik 800.000 kWh elektra per jaar = 50.000 euro/jaar. Onderhoud 10.000 euro per jaar. Koudemiddelinhoud 400 kg. 5% lekkage = 20 kg / jaar.

Nieuwprijs: HFK 1100 € / kW⁷ = 220.000 euro
 NH₃/CO₂ 1400 € / kw = 280.000 euro

	R507	R417A	NH ₃	NH ₃ /CO ₂	NH ₃ /koudedragers
Ombouwkosten t.o.v. van nieuwbouw	€ 50.000	€ 30.000	€ 250.000	€ 280.000	€ 270.000
Subsidie	0	0 € 72.000	EIA 29% + 5% VAMIL € 95.000	EIA 29%	Nihil
Netto	€ 50.000	€ 30.000	€ 180.000	€ 185.000	€ 270.000
Indicatie energiegebruik	+ 20% 160.000 kWh = € 10.000	+ 10% 80.000 kWh = € 5.000	- 10% 80.000 kWh = - € 5.000	- 5% 40.000 kWh = - € 2.500	+ 10% 80.000 kWh = € 5.000
Indicatie onderhoud	+ € 2.000	+ € 2.000	- € 3.500	- € 3.500	- € 3.500
Kapitaalkosten	Bedrijfsafhankelijk en sterk bepaald door periode van afschrijving en gehanteerde rentevoet.				
Indicatie terugverdientijd tov R507			6 jaar	10 jaar	

Het verschil in energiegebruik tussen een energiezuinige en een conventionele koelinstallatie is ongeveer 50%. Vervangen biedt daarmee tevens de mogelijkheid tot energiebesparen. De 800.000 kWh kan teruggebracht worden tot 400.000 kWh d.m.v.:

- HR elektromotor en HR compressor
- Grotere en energiezuinige condensor
- Energiezuinige regeltechniek (elektronische ventielen of pompcirculatie)
- Grotere luchtkoelers met energiezuinige ventilatoren
- Energiezuinig ontdooien
- HR compressor
- Energie efficiënt koudemiddel.

⁷ Aanvulling Bouwwijzer Koel- en Vrieshuizen. TNO-rapport R2004/216

⁸ Op basis van EIA en VAMIL regeling 2004 en 34,5% vennootschapsbelasting

3.2 Invulformulier

Kosten nieuwe installatie met hoogwaardige componenten⁹

HFK systemen

DX Koelinstallatie	800 euro / kW
DX Vriesinstallatie	1.100 euro / kW
Pomp koelinstallatie	900 euro / kW
Pomp vriesinstallatie	1.300 euro / kW

NH₃/CO₂

Cascade koelsysteem	1.000 euro / kW
Cascade pompsysteem vriezen	1.400 euro / kW

		R22	R507	NH ₃	NH ₃ /CO ₂
1	Ombouwkosten t.o.v. van nieuwbouw	n.v.t.	30%	100%	100%
2	Prijsreductie door hergebruik #	n.v.t.	n.v.t.		
3	Subsidie ¹⁰ = (% x (1-2))	n.v.t.	0	EIA 29%	34% EIA+VAMIL
4	Netto kosten = 1- 2- 3	n.v.t.	€ 50.000	€ 180.000	€ 185.000
5	Energiekosten	X	+ 20% X	- 10% X	-5% X
6	Onderhoudskosten	Y	+ € 2.000	€ - 3.500	€ -3.500
7	Kapitaalkosten	n.v.t.			
8	Verandering exploitatie	n.v.t.	5+6+7	5+6+7	5+6+7
9	Terugverdientijd tov R507	n.v.t.	n.v.t.	3 (NH ₃ -R507) / 7(R507-NH ₃)	3 (CO ₂ -R507) / 7(R507-CO ₂)

Prijsreductie volgt uit invullen beslisbomen

Zoals vermeld in §2.1 komen fluorhoudende gassen onder nieuwe EU milieuwetgeving te staan. Voor industriële koelinstallaties geldt dat voor deze gassen milieuvriendelijke alternatieven voorhanden zijn (o.a. NH₃ en CO₂). Het is niet te beoordelen of de nieuwe wetgeving op termijn resulteert in een verbod op HFK's. Bij een investering in renovatie van de koeling dient dit risico wel afgewogen te worden.

⁹ Eigen schatting op basis van "Aanvulling Bouwwijzer Koel- en Vrieshuizen" TNO-rapport R2004/216, Apeldoorn

¹⁰ Op basis van EIA en VAMIL regeling 2004 en 34,5% vennootschapsbelasting

4 Koeltechnische informatie

In dit overzicht worden zes soorten R22 koeling besproken. Elk overzicht is in een apart hoofdstuk weergegeven. Een gecombineerde koel- vriesinstallatie kan als vriesinstallatie beschouwd worden.

A Decentraal DX koelinstallatie	► ga naar A	pagina 14
B Decentraal DX vriesinstallatie	► ga naar B	pagina 16
C Centraal DX koelinstallatie	► ga naar C	pagina 18
D Centraal DX vriesinstallatie	► ga naar D	pagina 27
E Pomp koelinstallatie	► ga naar E	pagina 35
F Pomp vriesinstallatie	► ga naar F	pagina 41

Bij het beslismodel worden vragen worden gesteld in de gele vakjes. De rode pijlen en rode vakjes wijzen naar een oplossing met HFK koudemiddelen. De groene pijlen en vakjes naar natuurlijke koudemiddelen

Koelcapaciteit en energiegebruik

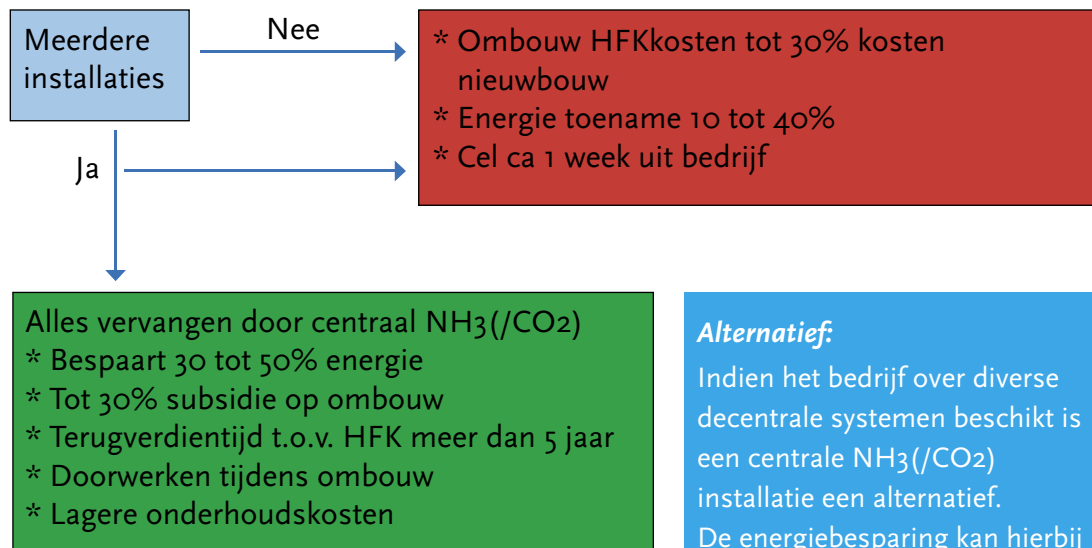
Compressoren hebben een vast slagvolume. Bij elke omwenteling van de schroef of slag van de zuiger wordt hetzelfde volume weggedrukt. Dit is onafhankelijk van het koudemiddel. De koelcapaciteit en het benodigde aandrijfenergie zijn daarmee sterk afhankelijk van de eigenschappen van een koudemiddel (dichtheid, drukken etc). Het meest extreme is CO₂. De koelcapaciteit is een factor 8 hoger dan ammoniak. Vandaar dat CO₂ compressoren ook zo klein zijn. Een CO₂ compressor van 1 cilinder heeft echter wel dezelfde energie nodig als een gelijkwaardige NH₃ compressor met 8 cilinders. De elektromotoren en de energierekening zijn gelijk.

Een omgekeerde situatie is sprake bij de HFK R507. De koelcapaciteit is ongeveer gelijk aan NH₃ en R22, maar hiervoor is veel meer energie nodig. Vaak zal de elektromotor verzwaaard moeten worden. De energierekening wordt aanmerkelijk hoger.

In het rapport kan bij één en dezelfde uitwerking staan energiegebruik + 10%, koelcapaciteit gelijk. Dit betekent dat de c.o.p. dus met 10% afneemt. Of bijvoorbeeld bij R134a, energiegebruik gelijk, koelcapaciteit 50% kleiner. Er zal wel een extra compressor moeten komen, maar dit heeft geen gevolg voor het energiegebruik (c.o.p. blijft gelijk)

A Decentrale DX koelinstallatie

Omschrijving: meestal per koelcel een aparte koelinstallatie met eigen condensor en eigen compressor. De unit staat vaak op het dak, of naast de te koelen ruimte. De koelcapaciteit van deze installaties varieert van enkele kilowatten tot maximaal 200 kW.



Advies bij decentraal DX systeem

☹️ **Natuurlijke koudemiddelen niet relevant¹¹**

Ombouwkosten naar HFK's variëren van 10 tot 40%.

Alternatief:

Indien het bedrijf over diverse decentrale systemen beschikt is een centrale NH₃(/CO₂) installatie een alternatief. De energiebesparing kan hierbij oplopen tot 50%. Tevens zijn de onderhoudskosten beduidend lager. Maak voor vervangen van een oude installatie niet op installatieniveau de keuze, maar maak een meerjarenplan voor alle koelcellen.

A 1 R417A

Koudemiddel R417A lijkt geschikt als rechtstreekse vervanger voor R22. Omdat esterolie de voorkeur heeft, dienen de pakkingen van de compressor vervangen te worden. Tevens dient de besturing opnieuw te worden afgesteld. Met R417A is in de industrie nog maar zeer beperkt ervaring opgedaan. De informatie over gevolgen voor de koelcapaciteit en het energiegebruik zijn niet duidelijk. De prijs lijkt aanmerkelijk hoger dan R507.

- ☹️ + 10 % energiegebruik
- ☹️ Koelcapaciteit compressoren neemt 20% af
- ☹️ Veel onduidelijkheid prestaties
- ☹️ Duur koudemiddel
- ☹️ Grote temperatuurglide
- 😊 Minerale olie in principe toepasbaar
- 😊 Ombouwkosten minder dan 20%

¹¹ Momenteel wordt in de praktijk geëxperimenteerd met propaan. De resultaten zijn positief, maar nog onvoldoende om in dit rapport op te nemen.

A 2 R407C

R407 C wordt vooral gebruikt voor airconditioningtoepassingen. Het koudemiddel kent een grote temperatuurslide. Theoretisch is het extra energiegebruik slechts 5%. Dat is in vergelijking met andere HFK's gunstig. R407C vraagt om esterolie (andere pakkingen) en andere manometers.

- ⊖ Koelcapaciteit compressor neemt met 10% af
- ⊖ Veel onduidelijkheid prestaties
- ⊖ Grote temperatuurslide
- ⊕ + 5 % energiegebruik
- ⊕ Ombouwkosten minder dan 25%

A 3 R507 / R404A

Om vloeistofslag te voorkomen dient een zuiggaswarmte-wisselaar te worden toegepast. De toename van de weerstand in de vloeistofleiding kan leiden tot flash gas. Om dit te voorkomen moet de vloeistofleiding vervangen worden. Ook de expansieventielen en regelstanden zijn niet opnieuw te gebruiken.

Bij ombouw naar R507 blijft de koelcapaciteit van de compressor ongeveer gelijk. Het energiegebruik voor de koelinstallatie neemt toe met 10 tot 40% (eentrapscompressor vriezen R507 zonder economizer). Door de vloeistof uit de condensor te onderkoelen kan het energieverlies verminderd worden.

De persdruk bij R507 is bij 45°C 21 bar. Dat is 4 bar hoger dan bij R22. Het kan zijn dat de condensor niet aan de PED eisen voldoet en vervangen moet worden.

- ⊖ Energiegebruik neemt met 10 tot 40% toe (eentrapscompressie zonder onderkoeling)
- ⊕ Ombouwkosten 30 tot 40 % van nieuwbouwkosten
- ⊕ Capaciteit compressoren blijft ongeveer gelijk

A 4 R134A

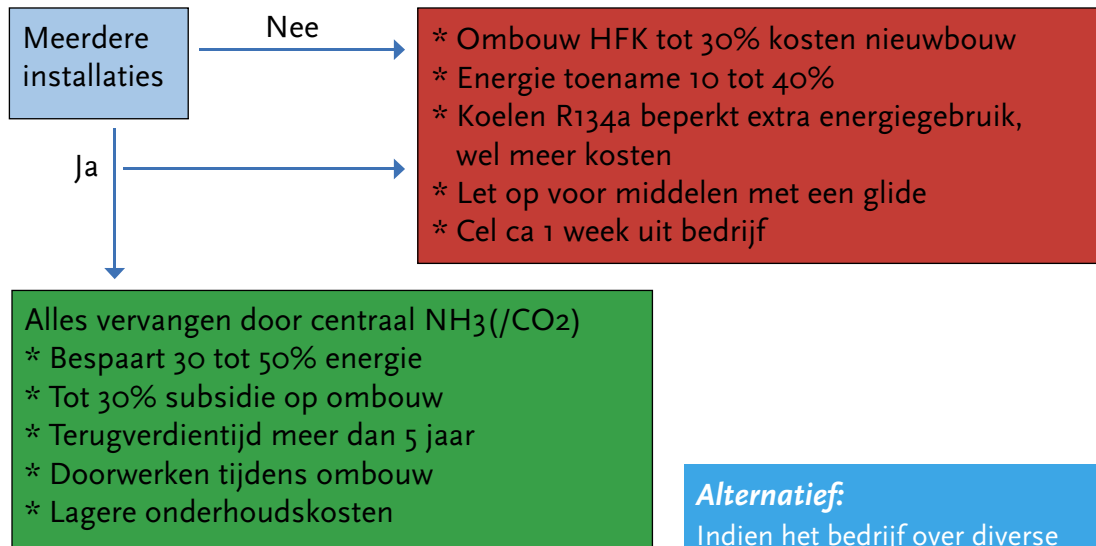
Gezien de compactheid van dit soort installaties en de beperkingen van de besturingstechniek is het bijplaatsen van de voor R134A noodzakelijke extra compressor een niet rendabele investering.

Tip

Veel van dit soort installaties zijn uitgelegd met thermostatische expansieventielen. Door bij de ombouw te kiezen voor elektronische ventielen kan 20% energie bespaard worden.

B Decentrale DX vriesinstallatie

Omschrijving: meestal per vriescel een aparte koelinstallatie met eigen condensor en eigen compressor. De unit staat vaak op het dak, of naast de te koelen ruimte. Capaciteit meestal tot 100 kW vriesvermogen.



Advies bij decentraal DX systeem

⊖ Natuurlijke koudemiddelen niet relevant¹²

Ombouwkosten naar HFK's variëren van 10 tot 40%.

B 1 R417A

Koudemiddel R417A lijkt geschikt als rechtstreekse vervanger voor R22. Omdat esterolie de voorkeur heeft, dienen de pakkingen van de compressor vervangen te worden. Tevens dient de besturing opnieuw afgesteld te worden. Met R417A is in de industrie nog maar zeer beperkt ervaring opgedaan. De informatie over gevolgen voor de koelcapaciteit en het energiegebruik zijn niet duidelijk. De prijs lijkt aanmerkelijk hoger dan R507.

- ⊖ + 10 % energiegebruik
- ⊖ Koelcapaciteit compressoren neemt 20% af
- ⊖ Veel onduidelijkheid prestaties
- ⊖ Duur koudemiddel
- 😊 Minerale olie in principe toepasbaar
- 😊 Ombouwkosten minder dan 20%

Alternatief:

Indien het bedrijf over diverse decentrale systemen beschikt is een centrale NH₃(/CO₂) installatie een alternatief. De energiebesparing kan hierbij oplopen tot 50%. Tevens zijn de onderhoudskosten beduidend lager. Maak voor vervangen van een oude installatie niet op installatieniveau de keuze, maar maak een meerjarenplan voor alle koelcellen.

¹² Momenteel wordt in de praktijk geëxperimenteerd met propaan. De resultaten zijn positief, maar nog onvoldoende om in dit rapport op te nemen.

B 2 R407C

R407 C wordt vooral gebruikt voor airconditioningtoepassingen. Het koudemiddel kent een grote temperatuurslide. Theoretisch is het extra energiegebruik slechts 5%. Dat is in vergelijking met andere HFK's gunstig. R407C vraagt om esterolie (andere pakkingen) en andere manometers.

- ⊖ Koelcapaciteit compressor neemt met 10% af
- ⊖ Veel onduidelijkheid prestaties
- ⊕ + 5 % energiegebruik
- ⊕ Ombouwkosten minder dan 25%

B 3 R507 / R404A

Om vloeistofslag te voorkomen dient een zuiggaswarmte-wisselaar te worden toegepast. De toename van de weerstand in de vloeistofleiding kan leiden tot flash gas. Om dit te voorkomen moet de vloeistofleiding vervangen worden. Ook de expansieventielen en regelstanden zijn niet opnieuw te gebruiken.

Tip

Veel van dit soort installaties zijn uitgelegd met thermostatische expansieventielen. Door bij de ombouw te kiezen voor elektronische ventielen kan 20% energie bespaard worden.

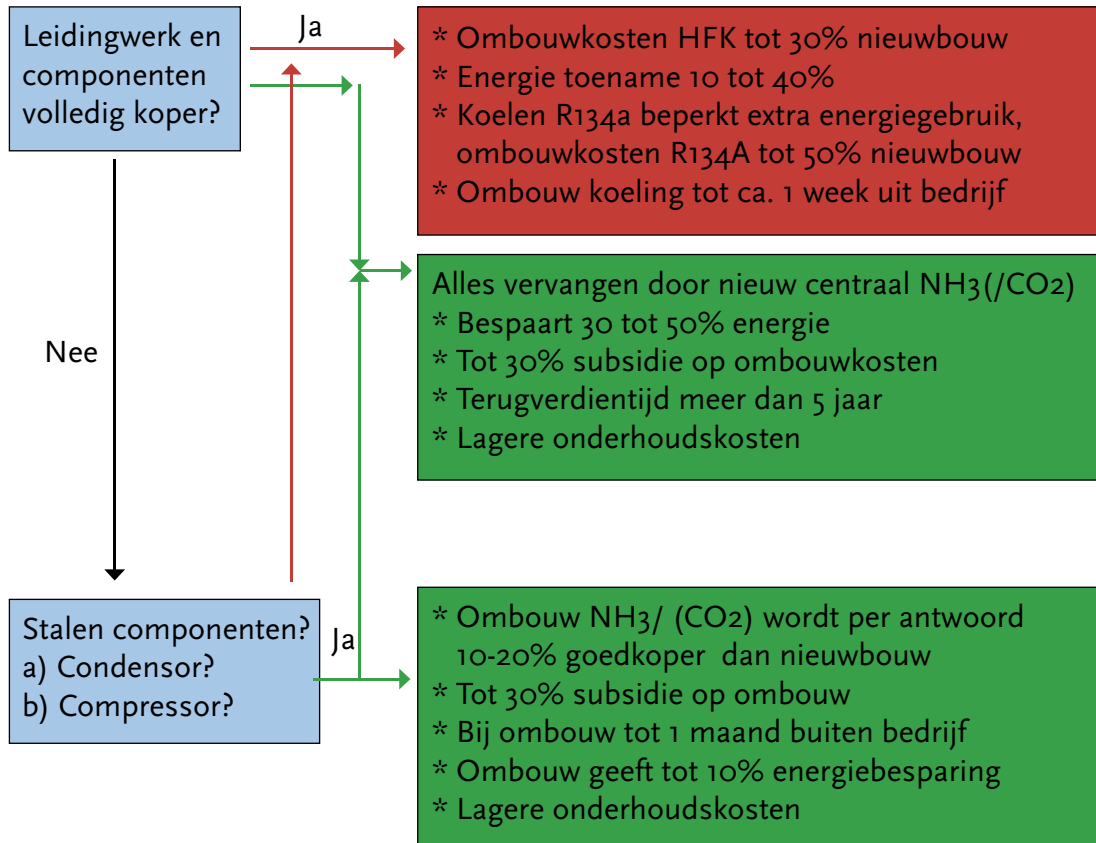
Bij ombouw naar R507 blijft de koelcapaciteit van de compressor ongeveer gelijk. Het energiegebruik voor de koelinstallatie neemt toe met 10 tot 40% (eentrapscompressor vriezen R507 zonder economizer). Door de vloeistof uit de condensor te onderkoelen kan het energieverlies verminderd worden.

De persdruk bij R507 is bij 45°C 21 bar. Dat is 4 bar hoger dan bij R22. Het kan zijn dat de condensor niet aan de PED eisen voldoet en vervangen moet worden.

- ⊖ Energiegebruik neemt met 10 tot 40% toe (eentrapscompressie zonder onderkoeling)
- ⊖ Vervangen vloeistofleiding en ventielen
- ⊖ Extra zuiggaswarmtewisselaar
- ⊕ Ombouwkosten 30 tot 40 % van nieuwbouwkosten
- ⊕ Capaciteit compressoren blijft ongeveer gelijk

C Centrale DX koelinstallatie

Omschrijving: aparte machinekamer met meerdere compressoren en meestal op het dak de condensors. Er kan sprake zijn van een uitgebreid leidingennetwerk.



C 1 Leidingwerk en componenten volledig in koper

⊖ Natuurlijke koudemiddelen niet relevant

Ombouwkosten voor HFK's variëren van 10 tot 40%.

Alternatief:

Indien het bedrijf over diverse decentrale systemen beschikt is een centrale NH₃(/CO₂) installatie een alternatief. De energiebesparing kan hierbij oplopen tot 50%. Tevens zijn de onderhoudskosten beduidend lager. Maak voor vervangen van een oude installatie niet op installatieniveau de keuze, maar maak een meerjarenplan voor alle koelcellen.

C 1.1 R417A

Koudemiddel R417A lijkt geschikt als rechtstreekse vervanger voor R22. Omdat esterolie de voorkeur heeft, dienen de pakkingen van de compressor vervangen te worden. Tevens dient de besturing opnieuw afgesteld te worden. Met R417A is in de industrie nog maar zeer beperkt ervaring opgedaan. De informatie over gevolgen voor de koelcapaciteit en het energiegebruik zijn niet duidelijk. De prijs van het koudemiddel lijkt aanmerkelijk hoger dan R507.

- ⊖ + 10 % energiegebruik
- ⊖ Koelcapaciteit compressoren neemt 20% af
- ⊖ Veel onduidelijkheid prestaties
- ⊖ Duur koudemiddel
- ☺ Minerale olie in principe toepasbaar
- ☺ Ombouwkosten minder dan 20%

C 1.2 R407C

R407 C wordt vooral gebruikt voor airconditioningtoepassingen. Het koudemiddel kent een grote temperatuurslide en lijkt voor AGF-bewaring en koelcellen niet geschikt. Theoretisch is het extra energiegebruik slechts 5%. Dat is in vergelijking met andere HFK's gunstig. R407C vraagt om esterolie (andere pakkingen) en andere manometers.

- ⊖ Koelcapaciteit compressor neemt met 10% af
- ⊖ Veel onduidelijkheid prestaties
- ⊖ Grote temperatuurslide
- ⊖ + 5 % energiegebruik
- ☺ Ombouwkosten minder dan 25%

C 1.3 R134A

R134A wordt vooral gebruikt voor airconditioningtoepassingen. R134A heeft ongeveer dezelfde c.o.p. als R22. De capaciteit van de compressoren neemt met 30 tot 50% af. Het aantal compressoren zal verdubbeld moeten worden en op de bestaande compressoren dient uit efficiency oogpunt een kleinere elektromotor toegepast te worden. De prestaties van R134A is in vergelijking met andere HFK's gunstig. Mogelijk moet de zuigleiding vervangen worden. R134A vraagt om esterolie (andere pakkingen) en andere manometers.

- ⊖ Koelcapaciteit compressor neemt met 30 tot 50% af
- ⊖ Veel onduidelijkheid prestaties
- ⊖ Vervangen elektromotoren
- ☺ Ombouwkosten 40 tot 50%
- ☺ Veel ervaring
- ☺ Ongeveer energie neutraal

Tip

Kies de juiste motor. Onder de 70% belasting neemt het rendement van de elektromotor heel snel af. Het voordeel van energiezuinig werken gaat verloren in meer motorverliezen.

C.1.4 R507 / R404A

Om vloeistofslag te voorkomen dient een zuiggaswarmtewisselaar te worden toegepast. De toename van de weerstand in de vloeistofleiding kan leiden tot flash gas. Om dit te voorkomen moet de vloeistofleiding vervangen worden. Ook de expansieventielen en regelstanden zijn niet opnieuw te gebruiken.

Tip

Veel van dit soort installaties zijn uitgelegd met thermostatische expansieventielen. Door bij de ombouw te kiezen voor elektronische ventielen kan 20% energie bespaard worden.

Bij ombouw naar R507 neemt de koelcapaciteit van de compressor bij koeltoepassingen met ca 10% af. Het energiegebruik voor de koelinstallatie neemt toe met 10 tot 25% (eentraps schroefcompressor). Door de vloeistof uit de condensor te onderkoelen kan het energieverlies verminderd worden.

De persdruk bij R507 is bij 45°C 21 bar. Dat is 4 bar hoger dan bij R22. Het kan zijn dat de condensor niet aan de PED eisen voldoet en vervangen moet worden. Nieuwe generatie compressoren is vaak geschikt tot 28 bar, bij oudere compressoren moet dit nagevraagd worden

- ⊕ Energiegebruik neemt met 10 tot 25% toe (eentrapscompressie zonder onderkoeling)
- ⊕ Hogere drukken persgassen en vloeistof
- ⊕ Mogelijk vervangen vloeistofleiding en ventielen
- ⊕ Extra zuiggaswarmtewisselaar
- ⊕ Capaciteit compressoren neemt met ca. 10% af
- ⊖ Ombouwkosten 30 tot 40 % van nieuwbouwkosten

In de volgende paragrafen wordt op componentenniveau verder ingegaan op ombouw mogelijkheden.

C 2 Compressor

Compressoren zijn ruwweg te verdelen in de commerciële semi-hermetische compressoren en de open industriële compressoren. De open compressoren van bijvoorbeeld Grasso, Mycom en Sabroe zijn vaak goed voor NH₃ als koudemiddel in te zetten.

C 2.1 Advies bij semi-hermetische compressor

Semi-hermetische compressoren zijn niet geschikt voor NH₃. Meestal zijn bij dit soort installaties het leidingwerk, de koelers en de condensoren ook van koper. NH₃ is dan ongeschikt. CO₂ vraagt speciale compressoren. Ombouw van bestaande compressoren is niet mogelijk.

Voor ombouw naar het koudemiddel R507 geldt dat de capaciteit van de compressoren met ongeveer 10% afneemt. Het energiegebruik stijgt met 10 tot 25%. Bij andere HFK koudemiddelen neemt de capaciteit af van 10 tot 50% (R134a). Het systeem zal met een extra compressor en mogelijk met een extra condensor uitgebreid moeten worden. Bij R507 is een mogelijk knelpunt (meestal niet) dat de elektromotor te licht is uitgevoerd en vervangen moet worden voor een zwaardere. Bij R134a geldt juist het omgekeerde, de elektromotor is te zwaar voor de compressor en draait zeer onzuinig op deellast.

Tip

Kies bij een nieuwe elektromotor voor HR-motoren. Deze zijn subsidiabel (EIA) en verdienen zich binnen 3 jaar terug. Vooral het deellastrendement is veel hoger.

Om de compressor geschikt te maken voor HFK koudemiddelen zijn noodzakelijk:

- nieuwe esterolie
- nieuwe pakkingen
- meestal manometers
- 2 tot 4 keer vervangen filters
- voor R507 zuiggaswarmtewisselaar en / of slokkenvanger.
- soms andere elektromotor.

- ⊖ Natuurlijke koudemiddelen niet relevant
- ⊖ Bij R507 toename energiegebruik met 10 tot 25%.
- ⊖ Mogelijk vervangen elektromotoren
- ⊖ Bij R134A extra compressoren en nieuwe motoren nodig
- ⊖ Extra compressoren voor R134a
- ⊕ R134A ongeveer energie neutraal

C 2.2 Advies bij open compressor

De industriële compressor is geschikt te maken voor NH₃. Wel dienen manometers, pakkingen en bij schroeven de olieafscheider aangepast te worden. Sommige zuigercompressoren hebben koperen appendages (olieafscheider e.d.) welke vervangen moeten worden. T.o.v. een nieuwe compressor is er sprake van een substantiële kostenbesparing. Bij overcapaciteit kan er teruggetoerd worden. Hierdoor stijgt de c.o.p. en dalen de onderhoudskosten.

Tip

Terugtoeren van zuigercompressoren vermindert onderhoud en bespaart energie.

Bij ombouw naar R507 is de elektromotor van de open industriële compressor meestal te licht. De compressor dient voorzien te worden van een zuiggaswarmtewisselaar en / of een slokkenvanger.

Ombouw naar HFK geeft een toename van het energiegebruik met 10 tot 25%.

Een economizer, onderkoeling of tussenkoeler kan de toename van het energiegebruik beperken. Bij meeste industriële compressoren kunnen deze voorzieningen zonder problemen getroffen worden.

Bij ombouw naar R134a blijft het energiegebruik ongeveer gelijk. Het nadeel is dat de compressorcapaciteit ca 50% te klein is. Om energiebesparing te realiseren zullen ook de elektromotoren vervangen moeten worden. Extra compressoren vragen een aanpassing van de besturing. Mogelijk dat de zuiggasleiding vervangen moet worden.

Bij indirecte systemen is door de cascadekoeler de zuiggastemperatuur aan de compressor lager en neemt de koelcapaciteit af. Mogelijk moet capaciteit worden bijgeplaatst of koude gebufferd worden.

Bij koudemiddelen als R417a is waarschijnlijk extra compressorcapaciteit nodig.

- ☹️ Mogelijk zwaardere elektromotor
- ☹️ Bij R507zuiggaswarmtewisselaar en / of slokkenvanger
- ☹️ Bij R134a neemt de compressorcapaciteit met 50% af en is nieuwe motor nodig.
- ☹️ Minder capaciteit bij indirecte systemen
- 😊 Extra energiegebruik HFK te beperken met aanvullende investeringen
- 😊 Compressor met redelijke kosten te gebruiken voor NH₃.
- 😊 R134A ongeveer energieneutraal

C 3 Leidingwerk en appendages

Het leidingwerk zelf is vaak goed bestand tegen hogere drukken. Het belangrijkste knelpunt zijn de verbindingen. Op basis van certificaten en wanddikten kan redelijk ingeschat worden of deze voldoende kwaliteit hebben om hergebruikt te worden.

C 3.1 Advies bij koper

Koper is niet bruikbaar voor NH₃. Voor CO₂ dient het leidingwerk minimaal 40 en liefst 55 bar druk te kunnen hebben. Bestaand leidingwerk voldoet hier zelden aan. Koper en CO₂ is voor nieuwe installaties al wel diverse malen succesvol toegepast.

Voor HFK's dient de snelheid in de vloeistofleiding gecontroleerd te worden. Een te hoge weerstand kan leiden tot flashgas vorming. De vloeistofleiding moet dan vervangen worden. Vooral bij R507 kan een te kleine vloeistofdiameter tot grote problemen (flash gas) leiden. Ook de ventielen en kijkglazen moeten bij R507 worden vervangen. De persdrukken van R507 zijn ca 4 bar hoger dan R22. Er moet vastgesteld worden of de vloeistofleidingen geschikt zijn voor deze hogere werkdruk.

- ⊗ Natuurlijke koudemiddelen en koudedragers niet relevant
- ⊗ Bij R507 mogelijk nieuwe vloeistofleidingen (snelheid en/of druk)
- ⊗ Bij R507 zijn ventielen en kijkglazen niet geschikt
- ☺ Verdubbeling snelheid in zuiggasleiding R134a
- ☺ Leidingwerk bij HFK's goed bruikbaar, bij R507 meestal alleen de zuiggasleiding

C 3.2 Advies bij staal

Stalen R22 leidingwerk is theoretisch voor NH₃ volledig te gebruiken. In de praktijk blijkt NH₃ DX echter een vrij complexe techniek. Ombouw verdient bijzondere aandacht. In de praktijk komt R22 staal DX weinig voor.

Voor een koudedrager is de diameter van het leidingwerk onvoldoende. Er zal nieuw leidingwerk aangelegd moeten worden.

Voor CO₂ is meestal de snelheid in de zuigleiding te laag en in de vloeistofleiding te hoog. Ook zijn de leidingen meestal niet gecertificeerd voor de hogere drukken van CO₂.

- ⊗ Leidingwerk voor CO₂ dx niet geschikt
- ⊗ Leidingwerk voor koudedrager te kleine diameter
- ☺ NH₃ DX is complexe technologie en vraagt bijzondere aandacht
- ☺ Leidingwerk te gebruiken voor NH₃ en HFK's

4 Condensor

De koperen condensor dient bij NH₃ vervangen te worden door een stalen condensor. R22 condensoren kunnen één op één ingezet worden voor HFK's. Bij R507 kan de hogere werkdruk leiden tot een verplichte vervanging.

Een stalen condensor is zowel te gebruiken voor HFK's als voor ammoniak.

- ⊖ Koperen condensor niet geschikt voor NH₃
- ⊖ Bij R507 neemt de werkdruk toe en is condensor mogelijk niet geschikt
- ⊖ Bij R134a neemt condensorcapaciteit met ca 7% af.
- ⊕ Condensor te gebruiken voor HFK's

Tip

Voor R507 verdient een extra vloeistof-onderkoeling na de condensor zich door de energiebesparing in 1 tot 3 jaar terug.

Tip

Kies bij vervanging een grotere condensor. Vroeger werden condensoren uitgelegd op 15K, nu op 10K temperatuurverschil. Dit bespaart 10% op het energiegebruik.

C 5 Koelers

C 5.1 Koperen koelers

NH₃ en koper is niet mogelijk, CO₂ en koper wel. De bestaande koelers zijn meestal maar geschikt voor drukken van 16 of 21 bar. Voor CO₂ is 40 bar en liefst 52 een vereiste.

Voor een koudedrager dient de inspuiting van de koelers aangepast te worden. Ook neemt de capaciteit af en ter compensatie moeten extra koelers bijgeplaatst worden. Als de koelers voorzien zijn van persgasontdooiing zal bij een koudedrager het ontdooisysteem aangepast moeten worden.

Voor HFK's zijn koelers bijna altijd te gebruiken. Bij R507 kan het zijn dat de inspuiting niet voldoet. Verbeteropties zijn extra onderkoeling, nieuwe ventielen en vergroten van de inspuiting.

- ⊖ Koelers voor natuurlijke koudemiddelen niet geschikt
- ⊖ Capaciteit koelers bij koudedrager te klein. Extra koelers noodzakelijk
- ⊖ Drukval over de koeler kan bij HFK toenemen, waardoor de werking van de installatie vermindert
- ⊕ Koelers te gebruiken voor HFK's

C 5.2 Stalen Koelers

R22 DX koelers zijn qua inspuiting niet eenvoudig toepasbaar voor CO₂ DX. De koelers zijn meestal gecertificeerd tot drukken van 16 of 21 bar, terwijl 28 bar vereist is. In overleg met de installateur kan besproken worden of met een drukproef volstaan kan worden.

Bij CO₂ persgasontdooien zullen de koelers geschikt moeten zijn voor 52 bar druk. Bestaande koelers en persgasontdooisystemen voldoen hier niet aan en zullen vervangen moeten worden.

De koelers kunnen het beste voorzien worden van elektrische ontdooiing. Voor CO₂ als koudedragers zullen de inspuitingen aangepast moeten worden.

Voor een koudedragers geldt overeenkomstig aan koper dat de capaciteit afneemt en extra koelers noodzakelijk zijn.

- ⊗ Inspuiting R22 DX niet geschikt voor NH₃
- ⊗ Voor CO₂ minimale druk 40 bar, veel koelers zijn tot 16 of 21 bar gecertificeerd
- ⊗ CO₂ persgasontdooien door hoge druk niet toepasbaar
- ⊗ Bij koudedragers is extra koelercapaciteit noodzakelijk
- ☺ Waar certificaten ontbreken kan mogelijk een drukproef toepasbaarheid van koelers vergroten
- ☺ Materialen voor alle middelen geschikt

C 6 Geschikt voor NH₃

C 6.1 Alles staal, NH₃ direct

De gehele koeling, compressor, leidingwerk, condensor en koeler is tegen acceptabele kosten geschikt te maken voor NH₃. Alleen de inspuiting op de koeler moet nauwkeurig geanalyseerd worden. De ombouwkosten zijn ongeveer gelijk aan HFK, terwijl de energie-efficiency tot 30% hoger is. De fiscale regeling EIA (en vanaf 2005 VAMIL) is waarschijnlijk van toepassing en resulteert in bruto 29% subsidie op de ombouwkosten. Met NH₃ heeft u van alle huidige koeltechnische oplossingen de zuinigste variant.

Controleer of vanuit de milieuvergunning er geen bezwaar wordt gemaakt tegen NH₃.

- ⊗ Inspuiting R22 DX niet geschikt voor NH₃ DX
- ☺ Pas milieuvergunning bij de eerst volgende revisie vast aan op NH₃.
- ☺ Ombouwkosten minder dan 30% van nieuwbouw
- ☺ NH₃ meest zuinige variant
- ☺ Diverse subsidies voor ombouw mogelijk

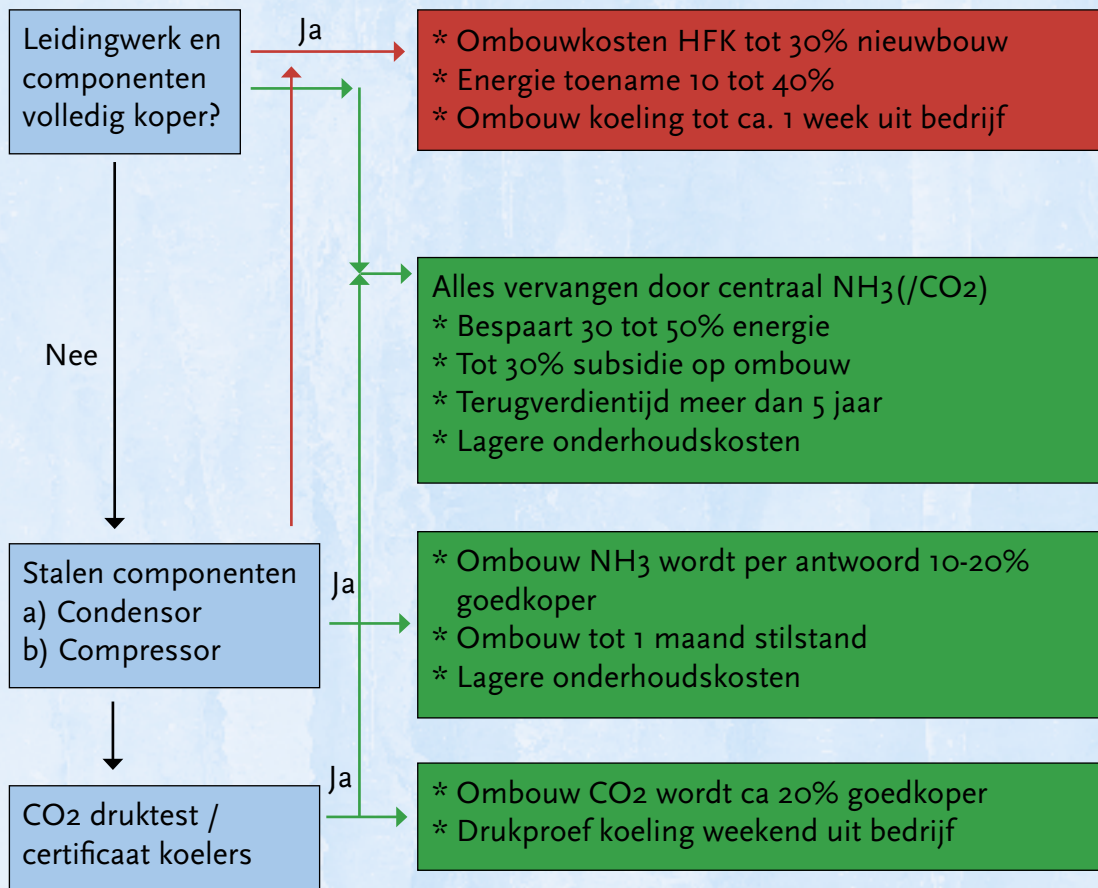
C 6.2 NH₃ direct niet toepasbaar

In een beperkt aantal gevallen is NH₃ niet gewenst of niet toepasbaar. Er dient een cascade warmtewisselaar aangebracht te worden. NH₃ blijft compact en beperkt tot de machinekamer. CO₂ of een koudedragers gaat naar de luchtcoolers. Dit is met het vervangen van leidingwerk en mogelijk coolers een forse investering. De fiscale regeling EIA (en vanaf 2005 VAMIL) is waarschijnlijk van toepassing en resulteert in bruto 29% subsidie op de ombouwkosten. Met NH₃ heeft u van alle huidige koeltechnische oplossingen de zuinigste variant.

- ☹ Ombouwkosten lopen op tot boven de 60% van nieuwbouw
- ☺ Diverse subsidies voor ombouw mogelijk

D Centrale DX vriesinstallatie

Omschrijving: aparte machinekamer met meerdere compressoren en meestal op het dak de condensors. Er kan sprake zijn van een uitgebreid leidingennetwerk.



D 1 Leidingwerk en componenten volledig in koper

⊖ Natuurlijke koudemiddelen niet relevant

Ombouwkosten voor HFK's variëren van 10 tot 40%.

Alternatief:

Indien het bedrijf over diverse decentrale systemen beschikt is een centrale NH₃(/CO₂) installatie een alternatief. De energiebesparing kan hierbij oplopen tot 50%. Tevens zijn de onderhoudskosten beduidend lager. Maak voor vervangen van een oude installatie niet op installatieniveau de keuze, maar maak een meerjarenplan voor alle koelcellen.

D 1.1 R417A

Koudemiddel R417A lijkt geschikt als rechtstreekse vervanger voor R22. Omdat esterolie de voorkeur heeft, dienen de pakkingen van de compressor vervangen te worden. Tevens dient de besturing opnieuw afgesteld te worden. Met R417A is in de industrie nog maar zeer beperkt ervaring opgedaan. De informatie over gevolgen voor de koelcapaciteit en het energiegebruik zijn niet duidelijk. De prijs lijkt aanmerkelijk hoger dan R507.

- ☹ + 10 % energiegebruik
- ☹ Koelcapaciteit compressoren neemt 20% af
- ☹ Veel onduidelijkheid prestaties
- ☹ Duur koudemiddel
- 😊 Ombouwkosten minder dan 20%

D 1.2 R407C

R407 C wordt vooral gebruikt voor airconditioningtoepassingen. Het koudemiddel kent een grote temperatuurslide. Theoretisch is het extra energiegebruik slechts 5%. Dat is in vergelijking met andere HFK's gunstig. R407C vraagt om esterolie (andere pakkingen) en andere manometers.

- ☹ Koelcapaciteit compressor neemt met 10% af
- ☹ Veel onduidelijkheid prestaties
- 😊 + 5 % energiegebruik
- 😊 Ombouwkosten minder dan 25%

D 1.3 R507 / R404A

Om vloeistofslag te voorkomen dient een zuiggaswarmtewisselaar te worden toegepast. De toename van de weerstand in de vloeistofleiding kan leiden tot flash gas. Om dit te voorkomen moet de vloeistofleiding vervangen worden. Ook de expansieventielen en regelstanden zijn niet opnieuw te gebruiken.

Tip

Veel van dit soort installaties zijn uitgelegd met thermostatische expansieventielen. Door bij de ombouw te kiezen voor elektronische ventielen kan 20% energie bespaard worden.

Bij ombouw naar R507 blijft de koelcapaciteit van de compressor ongeveer gelijk. Het energiegebruik voor de koelinstallatie neemt toe met 10 tot 40% (eentrapscompressor vriezen R507 zonder economizer). Door de vloeistof uit de condensor te onderkoelen kan het energieverlies verminderd worden.

De persdruk bij R507 is bij 45°C 21 bar. Dat is 4 bar hoger dan bij R22. Het kan zijn dat de condensor niet aan de PED eisen voldoet en vervangen moet worden.

- ⊖ Energiegebruik neemt met 10 tot 40% toe (eentrapscompressie zonder onderkoeling)
- ⊖ Vervangen van ventielen
- ⊖ Hogere drukken persgassen en vloeistof
- ⊖ Capaciteit compressoren neemt met ca. 10% af
- ⊕ Ombouwkosten 30 tot 40 % van nieuwbouwkosten
- ⊕ Capaciteit compressoren blijft ongeveer gelijk

In de volgende paragrafen wordt op componentenniveau verder ingegaan op ombouw mogelijkheden.

D 2 Compressor

Compressoren zijn ruwweg te verdelen in de commerciële semi-hermetische compressoren en de open industriële compressoren. De open compressoren van bijvoorbeeld Grasso, Mycom en Sabroe zijn vaak goed voor NH₃ als koudemiddel in te zetten.

D 2.1 Advies bij semi-hermetische compressor

Semi-hermetische compressoren zijn niet geschikt voor NH₃. Meestal zijn bij dit soort installaties het leidingwerk, de koelers en de condensoren ook van koper. NH₃ is dan ongeschikt. CO₂ vraagt speciale compressoren. Ombouw van bestaande compressoren is niet mogelijk.

Tip

Kies bij een nieuwe elektromotor voor HR-motoren. Deze zijn subsidiabel (EIA) en verdienen zich binnen 3 jaar terug. Vooral het deellast rendement is veel hoger.

Voor ombouw naar het koudemiddel R507 geldt dat de capaciteit van de compressoren meestal voldoende is. Wel stijgt het energiegebruik met 10 tot 40%. Bij andere HFK koudemiddelen neemt de capaciteit af van 10 tot 20%.

Voor ombouw naar het koudemiddel R507 geldt dat de capaciteit van de compressoren meestal voldoende is. Wel stijgt het energiegebruik met 10 tot 40%. Bij andere HFK koudemiddelen neemt de capaciteit af van 10 tot 20%. Het systeem zal met een extra compressor en mogelijk met een extra condensor uitgebreid moeten worden. Bij R507 is een mogelijk knelpunt (meestal niet) dat de elektromotor te licht is uitgevoerd en vervangen moet worden door een zwaardere.

Om de compressor geschikt te maken voor HFK koudemiddelen zijn noodzakelijk:

- nieuwe esterolie
- nieuwe pakkingen
- meestal manometers
- 2 tot 4 keer vervangen filters
- voor R507 zuiggaswarmtewisselaar en / of slokkenvanger
- Soms verzwaren aandrijfvermogen elektromotor

- ⊖ Natuurlijke koudemiddelen niet relevant
- ⊖ Bij R507 toename energiegebruik met 10 tot 40%.
- ⊖ Mogelijk nieuwe elektromotoren
- ⊕ Compressorcapaciteit R507 ongeveer gelijk

D 2.2 Advies bij open compressor

De industriële compressor is geschikt te maken voor NH₃. Wel dienen manometers, pakkingen en bij schroeven de olie-afscheider aangepast te worden. Sommige zuigercompressoren hebben koperen appendages (olieafscheider e.d.) welke vervangen moeten worden. T.o.v. een nieuwe compressor is er sprake van een substantiële kostenbesparing. Bij vriezen kan met NH₃/CO₂ dx er voor gekozen worden de R22 compressor in te zetten als NH₃ compressor voor de bovenste temperatuurtrap. Mogelijk moet de elektromotor verzwaard worden. Bij overcapaciteit kan er teruggetoerd worden. Hierdoor stijgt de c.o.p. en dalen de onderhoudskosten.

Tip

Terugtoeren van zuigercompressoren vermindert onderhoud en bespaart energie.

Bij ombouw naar R507 blijkt is de elektromotor van de open industriële compressor meestal te licht. De compressor dient voorzien te worden van een zuiggaswarmtewisselaar en / of een slokkenvanger. Ombouw naar HFK geeft een toename van het energiegebruik met 10 tot 40%. Een economizer, onderkoeling of tussenkoeler kan de toename van het energiegebruik beperkt worden. Bij meeste industriële compressoren kunnen deze voorzieningen zonder problemen getroffen worden.

Bij indirecte systemen, is door de cascadekoeler de zuiggastemperatuur aan de compressor lager en neemt de capaciteit af. Mogelijk moet capaciteit worden bijgeplaatst, of koude gebufferd worden.

Bij koudemiddelen als R417a is waarschijnlijk extra compressorcapaciteit nodig.

- ⊖ Mogelijk zwaardere elektromotor
- ⊖ Bij R507zuiggaswarmtewisselaar en / of slokkenvanger
- ⊖ Minder capaciteit bij indirecte systemen
- ⊕ Extra energiegebruik HFK te beperken met aanvullende investeringen
- ⊕ Compressor met redelijke kosten te gebruiken voor NH₃

D 3 Leidingwerk en appendages

D 3.1 Advies bij koperen leidingen

Koper is niet bruikbaar voor NH₃. Voor een CO₂ vriesinstallatie dient het leidingwerk minimaal 28 bar druk te kunnen hebben. Bestaand koperen leidingwerk is zelden geschikt. Koper en CO₂ is voor nieuwe installaties al diverse malen succesvol toegepast.

Voor HFK's dient de snelheid in de vloeistofleiding gecontroleerd te worden. Een te hoge weerstand kan leiden tot flashgas vorming. De vloeistofleiding moet dan vervangen worden. Vooral R507 kan een te kleine vloeistofdiameter tot grote problemen leiden. Ook de ventielen en kijkglazen moeten bij R507 worden vervangen. De persdrukken van R507 zijn ca 4 bar hoger dan R22. Er moet vastgesteld worden of de vloeistofleidingen geschikt zijn voor deze hogere werkdruk.

- ☹️ Natuurlijke koudemiddelen en koudedragers niet relevant
- ☹️ Bij R507 mogelijk nieuwe vloeistofleidingen (snelheid en/of druk)
- ☹️ Bij R507 zijn ventielen en kijkglazen niet geschikt
- 😊 Leidingwerk bij HFK's goed bruikbaar, bij R507 de zuiggasleiding

D 3.2 Advies bij staal

Stalen R22 leidingwerk is theoretisch voor NH₃ volledig te gebruiken. In de praktijk blijkt NH₃ DX echter een vrij complexe techniek. Ombouw verdient bijzondere aandacht. In de praktijk komt R22 staal DX weinig voor.

Voor een koudedrager is de diameter van het leidingwerk onvoldoende. Er zal nieuw leidingwerk aangelegd moeten worden.

Voor CO₂ is meestal de snelheid in de zuigleiding te laag en in de vloeistofleiding te hoog. Ook zijn de leidingen meestal niet gecertificeerd voor de hogere drukken van CO₂.

- 😊 NH₃ DX is complexe technologie en vraagt bijzondere aandacht
- ☹️ Leidingwerk voor CO₂ dx niet geschikt
- ☹️ Leidingwerk voor koudedrager te kleine diameter
- 😊 Leidingwerk te gebruiken voor NH₃ en HFK's.

D 4 Condensor

De koperen condensor dient bij NH₃ vervangen te worden door een stalen condensor. R22 condensoren kunnen één op één ingezet worden voor HFK's. Bij R507 kan de hogere werkdruk leiden tot een verplichte vervanging.

Een stalen condensor is zowel te gebruiken voor HFK's als voor ammoniak.

- ☹️ Koperen condensor niet geschikt voor NH₃
- ☹️ Bij R507 neemt de werkdruk toe en is condensor mogelijk niet geschikt
- 😐 Bij R134a neemt condensorcapaciteit met ca 7% af
- 😊 Condensor te gebruiken voor HFK's

Tip

Voor R507 verdient een extra vloeistof-onderkoeling na de condensor zich door de energiebesparing in 1 tot 3 jaar terug.

Tip

Kies bij vervanging een grotere condensor. Vroeger werden condensoren uitgelegd op 15K, nu op 10K temperatuurverschil. Dit bespaart 10% op het energiegebruik.

D 5 Koelers

D 5.1 Koperen koelers

NH₃ en koper is niet mogelijk, CO₂ en koper wel. De bestaande koelers zijn meestal maar geschikt voor drukken van 16 of 21 bar. Voor CO₂ is minimaal 28 bar een vereiste.

Voor een koudedragers dient de inspuiting van de koelers aangepast te worden. Ook neemt de capaciteit af en moeten ter compensatie extra koelers bijgeplaatst worden. Als de koelers voorzien zijn van persgasontdooiing zal bij een koudedragers het ontdooisysteem aangepast moeten worden.

Voor HFK's zijn koelers bijna altijd te gebruiken. Bij R507 kan het zijn dat de inspuiting niet voldoet. Verbeteropties zijn extra onderkoeling, nieuwe ventielen en vergroten van de inspuiting.

- ☹️ Koelers voor natuurlijke koudemiddelen niet geschikt
- ☹️ Capaciteit koelers bij koudedragers te klein. Extra koelers noodzakelijk.
- 😐 Drukval over de koeler kan bij HFK toenemen, waardoor de werking van de installatie vermindert
- 😊 Koelers te gebruiken voor HFK's

D 5.2 Stalen Koelers

R22 DX koelers zijn qua inspuiting niet eenvoudig toepasbaar voor NH₃.

De koelers zijn meestal gecertificeerd tot drukken van 16 of 21 bar. Voor CO₂ is 28 bar vereist. In overleg met de installateur kan besproken worden of met een drukproef volstaan kan worden.

Bij CO₂ persgasontdooien zullen de koelers geschikt moeten zijn voor 52 bar druk. Bestaande koelers en persgasontdooisystemen voldoen hier niet aan en zullen vervangen moeten worden.

De koelers kunnen het beste voorzien worden van elektrische ontdooiing. Voor CO₂ als koudedragers zullen de inspuitingen aangepast moeten worden.

Voor een koudedragers geldt overeenkomstig aan koper dat de capaciteit afneemt en extra koelers noodzakelijk zijn.

- ⊗ Inspuiting R22 DX niet geschikt voor NH₃
- ⊗ Voor CO₂ minimale druk 28 bar, veel koelers zijn tot 16 of 21 bar gecertificeerd
- ⊗ CO₂ persgasontdooien door hoge druk niet toepasbaar
- ⊗ Bij koudedragers is extra koelercapaciteit noodzakelijk
- ☺ Waar certificaten ontbreken kan mogelijk een drukproef toepasbaarheid van koelers vergroten
- ☺ Materialen voor alle middelen geschikt

D 6 Geschikt voor NH₃

D 6.1 Alles staal, NH₃ direct

De gehele koeling, compressor, leidingwerk, condensor en koeler is tegen acceptabele kosten geschikt te maken voor NH₃. Alleen de inspuiting op de koeler moet nauwkeurig geanalyseerd worden. De ombouwkosten zijn ongeveer gelijk aan HFK, terwijl de energie-efficiency tot 30% hoger is. De fiscale regeling EIA (en vanaf 2005 VAMIL) is waarschijnlijk van toepassing en resulteert in bruto 29% subsidie op de ombouwkosten. Met NH₃ heeft u van alle huidige koeltechnische oplossingen de zuinigste variant.

Controleer of vanuit de milieuvergunning er geen bezwaar wordt gemaakt tegen NH₃.

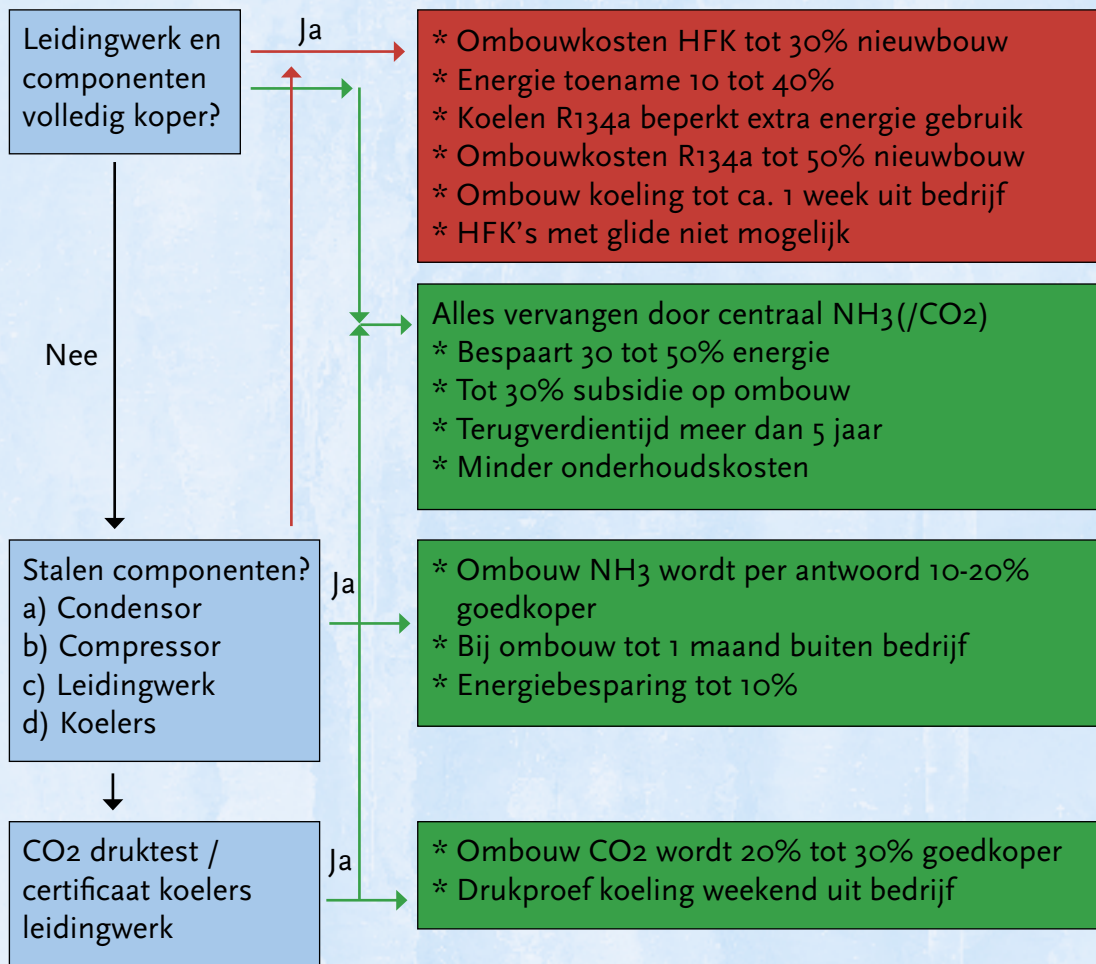
- ⊗ Inspuiting R22 DX niet geschikt voor NH₃ DX
- ☺ Pas milieuvergunning bij de eerst volgende revisie vast aan op NH₃.
- ☺ Ombouwkosten minder dan 30% van nieuwbouw
- ☺ NH₃ meest zuinige variant
- ☺ Diverse subsidies voor ombouw mogelijk

D 6.2 NH₃ direct niet toepasbaar

In een beperkt aantal gevallen is NH₃ niet gewenst of niet toepasbaar. Er dient een cascade warmtewisselaar aangebracht te worden. NH₃ blijft compact en beperkt tot de machinekamer. CO₂ of een koudedragers gaat naar de luchtkoelers. Dit is met het vervangen van leidingwerk en mogelijk koelers een forse investering. De fiscale regeling EIA (en vanaf 2005 VAMIL) is waarschijnlijk van toepassing en resulteert in bruto 29% subsidie op de ombouwkosten. Met NH₃ heeft u van alle huidige koeltechnische oplossingen de zuinigste variant.

- ☹ Ombouwkosten lopen op tot boven de 60% van nieuwbouw
- ☺ Diverse subsidies voor ombouw mogelijk

E Pompcirculatie koelinstallaties



E 1 Beschrijving systeem en koudemiddel

Pompinstallaties zijn altijd grotere systemen. De koudemiddelen R134A, R417A en R407C zijn om verschillende redenen niet van toepassing. De ervaring met R507 is beperkt. R22 pompsystemen zijn er veel. Sommigen zijn in het verleden zelfs voor zowel R22 als NH₃ gebouwd.

Voor vervanging zijn relevant R507, ammoniak, ammoniak/CO₂ en ammoniak met een koudedragers. De zuinigste oplossing is NH₃. Alleen de keuze voor een ander koudemiddel bespaart al tot 10%. De combinatie NH₃/CO₂ zal ca. 5% besparen. Bij vriestunnels wordt dit meer. Ammoniak met een koudedragers kost ca. 10% energie. Bij R507 loopt het energiegebruik op naar 15 tot 20%.

- ☺ Van de HFK's is R507 de meest relevante optie
- ☹ NH₃ + koudedragers geeft een toename van het energiegebruik met 10%. Bij R507 loopt het op naar 15 tot 20%
- ☺ NH₃ bespaart tot 7%¹³ energie, NH₃ CO₂ is ongeveer energieneutraal

¹³ Bij een totaal nieuw systeem kan vaak 30 tot 50% energie bespaard worden.

E 2 Compressor

Compressoren zijn ruwweg te verdelen in de commerciële semi-hermetische compressoren en de open industriële compressoren. De open compressoren van bijvoorbeeld Grasso, Mycom en Sabroe zijn vaak goed voor NH₃ als koudemiddel in te zetten.

E 2.1 Advies bij semi-hermetische compressor

Semi-hermetische compressoren zijn niet geschikt voor NH₃. Meestal zijn bij dit soort installaties het leidingwerk, de koelers en de condensoren ook van koper. NH₃ is dan ongeschikt. CO₂ vraagt speciale compressoren. Ombouw van bestaande compressoren is niet mogelijk.

Voor ombouw naar het koudemiddel R507 geldt dat de capaciteit van de compressoren meestal voldoende is. Wel stijgt het energiegebruik met 10 tot 25%. Bij R507 is een mogelijk knelpunt (meestal niet) dat de elektromotor te licht is uitgevoerd en vervangen moet worden door een zwaardere.

Om de compressor geschikt te maken voor HFK koudemiddelen zijn noodzakelijk:

- nieuwe esterolie
- nieuwe pakkingen
- meestal manometers
- 2 tot 4 keer vervangen filters
- voor R507 zuiggaswarmtewisselaar en / of slokkenvanger
- Soms verzwaren aandrijfvermogen elektromotor

- ☹️ **Natuurlijke koudemiddelen niet relevant**
- ☹️ **Bij R507 toename energiegebruik met 10 tot 40%.**
- ☹️ **Mogelijk nieuwe elektromotoren R507**
- 😊 **Compressorcapaciteit R507 ongeveer gelijk**

Tip

Kies bij een nieuwe elektromotor voor HR-motoren. Deze zijn subsidiabel (EIA) en verdienen zich binnen 3 jaar terug. Vooral het deellast rendement is veel hoger.

E 2.2 Advies bij open compressor

De industriële compressor is geschikt te maken voor NH₃. Wel dienen manometers, pakkingen en bij schroeven de olieafscheider aangepast te worden. Sommige zuigercompressoren hebben koperen appendages (tussenkoeler, olieafscheider e.d.) welke vervangen moeten worden. T.o.v. een nieuwe compressor is er sprake van een substantiële kostenbesparing.

Tip

Terugtoeren van zuigercompressoren vermindert onderhoud en bespaart energie.

Bij ombouw naar R507 blijkt is de elektromotor van de open industriële compressor meestal te licht. De compressor dient voorzien te worden van een zuiggaswarmtewisselaar en / of een slokkenvanger.

Ombouw naar HFK geeft een toename van het energiegebruik met 10 tot 25%. Een economizer, onderkoeling of tussenkoeler kan de toename van het energiegebruik beperken. Bij meeste industriële compressoren kunnen deze voorzieningen zonder problemen getroffen worden.

Bij indirecte systemen is door de cascadekoeler de zuiggastemperatuur van de compressor lager en neemt de capaciteit af. Mogelijk moet capaciteit worden bijgeplaatst of koude gebufferd worden.

- ☹ Mogelijk zwaardere elektromotor
- ☹ Bij R507zuiggaswarmtewisselaar en / of slokkenvanger
- ☹ Minder capaciteit bij indirecte systemen
- 😊 Extra energiegebruik HFK te beperken met aanvullende investeringen
- 😊 Compressor met redelijke kosten te gebruiken voor NH₃

E 3 Leidingwerk, afscheider en appendages

E 3.1. Advies bij koperen leidingen

Koper is niet bruikbaar voor NH₃. Voor een CO₂ installatie dient het leidingwerk minimaal 40 bar druk te kunnen hebben. Bestaand koperen leidingwerk is zelden geschikt. Koper en CO₂ zijn voor nieuwe installaties al diverse malen succesvol toegepast.

Voor HFK's dient de snelheid in de vloeistofleiding gecontroleerd te worden. Een te hoge weerstand kan leiden tot flashgas vorming. De vloeistofleiding moet dan vervangen worden. Vooral bij R507 kan een te kleine vloeistofdiameter tot grote problemen leiden. Ook de ventielen en kijkglazen moeten bij R507 worden vervangen. De persdrukken van R507 zijn ca 4 bar hoger dan R22. Er moet vastgesteld worden of de vloeistofleidingen geschikt zijn voor deze hogere werkdruk.

- ☹ Natuurlijke koudemiddelen en koudedragers niet relevant
- ☹ Bij R507 mogelijk nieuwe vloeistofleidingen (snelheid en/of druk)
- ☹ Bij R507 zijn ventielen en kijkglazen niet geschikt
- 😊 Leidingwerk bij HFK's goed bruikbaar, bij R507 de zuiggasleiding

E 3.2 Advies bij staal

Stalen R22 leidingwerk is theoretisch voor NH₃ volledig te gebruiken. In de praktijk blijkt NH₃ DX echter een vrij complexe techniek. Ombouw verdient bijzondere aandacht. In de praktijk komt R22 staal DX weinig voor.

Voor een koudedragers is de diameter van het leidingwerk onvoldoende. Er zal nieuw leidingwerk aangelegd moeten worden.

Voor CO₂ is meestal de snelheid in de zuigleiding te laag en in de vloeistofleiding te hoog. Ook zijn de leidingen meestal niet gecertificeerd voor de hogere drukken van CO₂.

- ☹ NH₃ DX is complexe technologie en vraagt bijzondere aandacht
- ☹ Leidingwerk voor CO₂ dx niet geschikt
- ☹ Leidingwerk voor koudedrager te kleine diameter
- ☺ Leidingwerk te gebruiken voor NH₃ en HFK's

E 4 Condensor

De koperen condensor dient bij NH₃ vervangen te worden door een stalen condensor. R22 condensoren kunnen één op één ingezet worden voor HFK's. Bij R507 kan de hogere werkdruk leiden tot een verplichte vervanging.

Een stalen condensor is zowel te gebruiken voor HFK's als voor ammoniak.

- ☹ Koperen condensor niet geschikt voor NH₃
- ☹ Bij R507 neemt de werkdruk toe en is condensor mogelijk niet geschikt
- ☺ Condensor te gebruiken voor HFK's

Tip

Voor R507 verdient een extra vloeistof-onderkoeling na de condensor zich door de energiebesparing in 1 tot 3 jaar terug.

Tip

Kies bij vervanging een grotere condensor. Vroeger werden condensoren uitgelegd op 15K, nu op 10K temperatuurverschil. Dit bespaart 10% op het energiegebruik.

E 5 Koelers

E 5.1 Koperen koelers

NH₃ en koper is niet mogelijk, CO₂ en koper wel. De bestaande koelers zijn meestal maar geschikt voor drukken van 16 of 21 bar. Voor CO₂ is minimaal 40 bar een vereiste.

Voor een koudedrager dient de inspuiting van de koelers aangepast te worden. Ook neemt de capaciteit af en ter compensatie moeten extra koelers bijgeplaatst worden. Als de koelers voorzien zijn van persgasontdooiing zal bij een koudedrager het ontdooisysteem aangepast moeten worden.

Voor R507 zijn koelers bijna altijd te gebruiken. Mogelijk dat de inspuiting niet voldoet. Verbeteropties zijn extra onderkoeling, nieuwe ventielen en vergroten van de inspuiting.

- ☹ Koelers voor natuurlijke koudemiddelen niet geschikt
- ☹ Capaciteit koelers bij koudedrager te klein. Extra koelers noodzakelijk.
- ☺ Drukval over de koeler kan bij HFK toenemen, waardoor de werking van de installatie verminderd.
- ☺ Koelers te gebruiken voor R507.

E 5.2 Stalen Koelers

R22 koelers zijn direct toepasbaar voor NH₃. De koelers zijn meestal gecertificeerd tot drukken van 16 of 21 bar. Voor CO₂ is 40 bar vereist. In overleg met de installateur kan besproken worden of met een drukproef volstaan kan worden.

Bij CO₂ persgasontdooien zullen de koelers geschikt moeten zijn voor 55 bar druk. Bestaande koelers en persgasontdooisystemen voldoen hier niet aan en zullen vervangen moeten worden.

De koelers kunnen het beste voorzien worden van elektrische ontdooiing. Voor CO₂ als koudedrager zullen de inspuitingen aangepast moeten worden.

Voor een koudedrager geldt overeenkomstig aan koper dat de capaciteit afneemt en extra koelers noodzakelijk zijn.

- ☹ Voor CO₂ minimale druk 40 bar, veel koelers zijn tot 16 of 21 bar gecertificeerd
- ☹ CO₂ persgasontdooien door hoge druk niet toepasbaar
- ☹ Bij koudedrager is extra koelercapaciteit noodzakelijk
- ☺ Waar certificaten ontbreken kan mogelijk een drukproef toepasbaarheid van koelers vergroten
- ☺ Materialen voor alle middelen geschikt

E 6 Geschied voor NH₃

E 6.1 Alles staal, NH₃ direct

De gehele koeling, compressor, leidingwerk, condensor en koeler is tegen acceptabele kosten geschikt te maken voor NH₃. De ombouwkosten zijn ongeveer gelijk aan HFK, terwijl de energie-efficiency tot 30% hoger is. De fiscale regeling EIA (en vanaf 2005 VAMIL) is waarschijnlijk van toepassing en resulteert in bruto 29% subsidie op de ombouwkosten. Met NH₃ heeft u van alle huidige koeltechnische oplossingen de zuinigste variant. Controleer of vanuit de milieuvergunning geen bezwaar gemaakt wordt tegen NH₃.

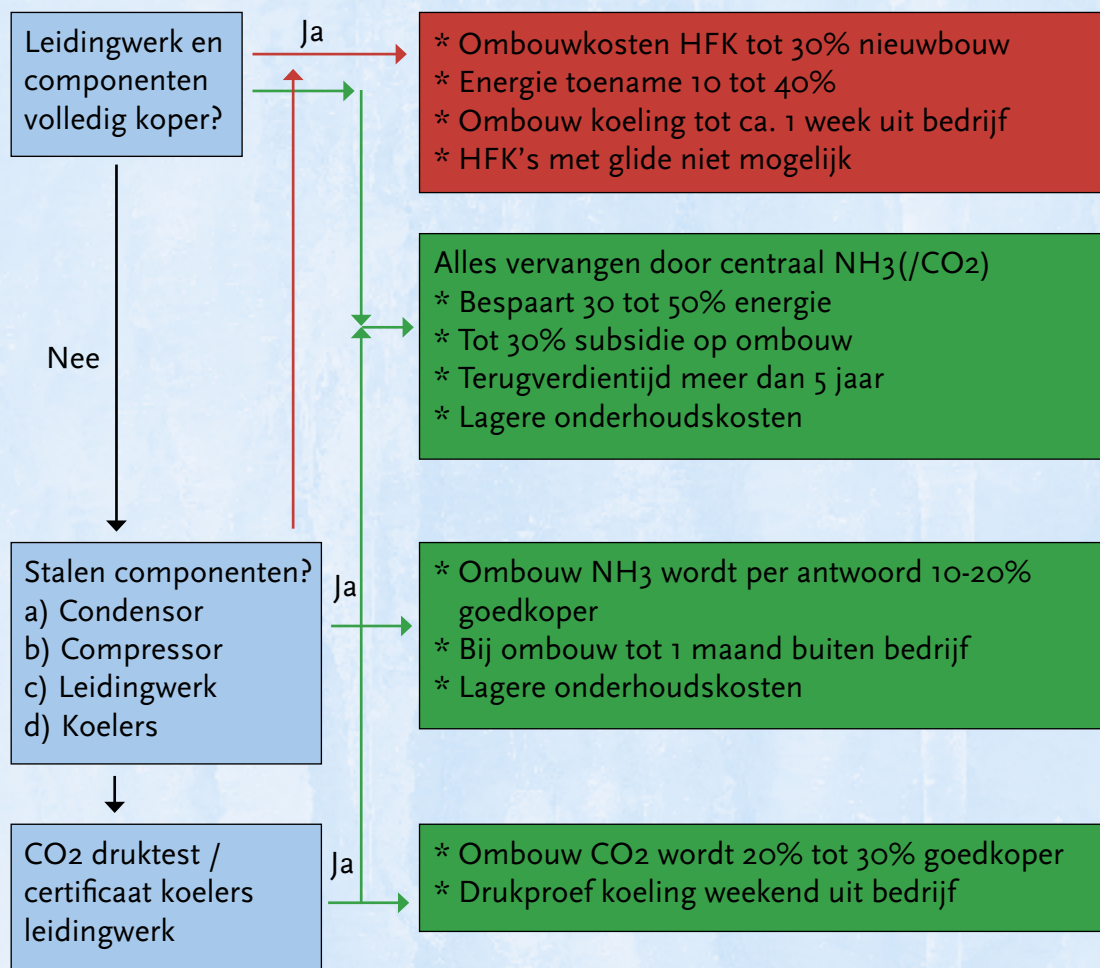
- ☺ Pas milieuvergunning bij de eerst volgende revisie vast aan op NH₃
- ☺ Ombouwkosten minder dan 30% van nieuwbouw
- ☺ NH₃ meest zuinige variant
- ☺ Diverse subsidies voor ombouw mogelijk

E 6.2 NH₃ direct niet toepasbaar

In een beperkt aantal gevallen is NH₃ niet gewenst of niet toepasbaar. Er dient een cascade warmtewisselaar aangebracht te worden. NH₃ blijft compact en beperkt tot de machinekamer. CO₂ of een koudedragers gaat naar de luchtkoelers. Dit is met het vervangen van leidingwerk en mogelijk koelers een forse investering. De fiscale regeling EIA (en vanaf 2005 VAMIL) is waarschijnlijk van toepassing en resulteert in bruto 29% subsidie op de ombouwkosten. Met NH₃ heeft u van alle huidige koeltechnische oplossingen de zuinigste variant.

- ☹ Ombouwkosten lopen op tot boven de 60% van nieuwbouw
- ☺ Diverse subsidies voor ombouw mogelijk
- ☺ Energiebesparing tot 5%

F Pompcirculatie vriesinstallaties



F 1 Beschrijving systeem en koudemiddel

Pompinstallaties zijn altijd grotere systemen. De ervaring met R507 is beperkt. R22 pompsystemen zijn er veel. Sommigen zijn in het verleden zelfs voor zowel R22 als NH₃ gebouwd.

Voor vervanging zijn relevant R507, ammoniak, ammoniak/CO₂ en ammoniak met een koudedragers. De zuinigste oplossing is NH₃. Alleen de keuze voor een ander koudemiddel bespaart al tot 10%. De combinatie NH₃/CO₂ zal ca. 5% besparen. Bij vriestunnels wordt dit meer. Ammoniak met een koudedragers kost ca. 10% energie. Bij R507 loopt het energiegebruik op naar 15 tot 20%.

- ☹ NH₃ + koudedragers geeft een toename van het energiegebruik met 10%. Bij R507 loopt het op naar 15 tot 20%
- ☺ Van de HFK's is R507 de meest relevante optie
- ☺ NH₃ bespaart tot 7%¹⁴ energie, NH₃ CO₂ is ongeveer energieneutraal

¹⁴ Bij een totaal nieuw systeem kan vaak 30 tot 50% energie bespaard worden

F 2 Compressor

Compressoren zijn ruwweg te verdelen in de commerciële semi-hermetische compressoren en de open industriële compressoren. De open compressoren van bijvoorbeeld Grasso, Mycom en Sabroe zijn vaak goed voor NH₃ als koudemiddel in te zetten.

F 2.1 Advies bij semi-hermetische compressor

Semi-hermetische compressoren zijn niet geschikt voor NH₃. Meestal zijn bij dit soort installaties het leidingwerk, de koelers en de condensoren ook van koper. NH₃ is dan ongeschikt. CO₂ vraagt speciale compressoren. Ombouw van bestaande compressoren is niet mogelijk.

Voor ombouw naar het koudemiddel R507 geldt dat de capaciteit van de compressoren meestal voldoende is. Wel stijgt het energiegebruik met 10 tot 25%. Bij R507 is een mogelijk knelpunt (meestal niet) dat de elektromotor te licht is uitgevoerd en vervangen moet worden door een zwaardere.

Om de compressor geschikt te maken voor HFK koudemiddelen zijn noodzakelijk:

- nieuwe esterolie
- nieuwe pakkingen
- meestal manometers
- 2 tot 4 keer vervangen filters
- voor R507 zuiggaswarmtewisselaar en / of slokkenvanger.
- Soms verzwaren aandrijfvermogen elektromotor.

- ☹️ **Natuurlijke koudemiddelen niet relevant**
- ☹️ **Bij R507 toename energiegebruik met 10 tot 40%**
- ☹️ **Mogelijk nieuwe electromotoren R507**
- 😊 **Compressorcapaciteit R507 ongeveer gelijk**

Tip

Kies bij een nieuwe elektromotor voor HR-motoren. Deze zijn subsidiabel (EIA) en verdienen zich binnen 3 jaar terug. Vooral het deellast rendement is veel hoger.

F 2.2 Advies bij open compressor

De industriële compressor is geschikt te maken voor NH₃. Wel dienen manometers, pakkingen en bij schroeven de olieafscheider aangepast te worden. Sommige zuigercompressoren hebben koperen appendages (tussenkoeler, olieafscheider e.d.) welke vervangen moeten worden. T.o.v. een nieuwe compressor is er sprake van een substantiële kostenbesparing.

Tip

Terugtoeren van zuigercompressoren vermindert onderhoud en bespaart energie.

Bij ombouw naar R507 blijkt is de elektromotor van de open industriële compressor meestal te licht. De compressor dient voorzien te worden van een zuiggaswarmtewisselaar en / of een slokkenvanger.

Ombouw naar HFK geeft een toename van het energiegebruik met 10 tot 25%. Een economizer, onderkoeling of tussenkoeler kan de toename van het energiegebruik beperken. Bij de meeste industriële compressoren kunnen deze voorzieningen zonder problemen getroffen worden.

Bij indirecte systemen, is door de cascadekoeler de zuiggastemperatuur aan de compressor lager en neemt de capaciteit af. Mogelijk moet capaciteit worden bijgeplaatst of koude gebufferd worden.

- ⊖ Mogelijk zwaardere elektromotor
- ⊖ Bij R507zuiggaswarmtewisselaar en / of slokkenvanger
- ⊖ Minder capaciteit bij indirecte systemen
- ⊕ Extra energiegebruik HFK te beperken met aanvullende investeringen
- ⊕ Compressor met redelijke kosten te gebruiken voor NH₃

F 3 Leidingwerk, afscheider en appendages

F 3.1 Advies bij koperen leidingen

Koper is niet bruikbaar voor NH₃. Voor een CO₂ installatie dient het leidingwerk minimaal 28 bar druk te kunnen hebben. Bestaand koperen leidingwerk is zelden geschikt. Koper en CO₂ zijn voor nieuwe installaties al diverse malen succesvol toegepast.

Voor HFK's dient de snelheid in de vloeistofleiding gecontroleerd te worden. Een te hoge weerstand kan leiden tot flashgas vorming. De vloeistofleiding moet dan vervangen worden. Vooral R507 kan een te kleine vloeistofdiameter tot grote problemen leiden. Ook de ventielen en kijkglazen moeten bij R507 worden vervangen. De persdrukken van R507 zijn ca 4 bar hoger dan R22. Er moet vastgesteld worden of de vloeistofleidingen geschikt zijn voor deze hogere werkdruk.

- ⊖ Natuurlijke koudemiddelen en koudedragers niet relevant
- ⊖ Bij R507 mogelijk nieuwe vloeistofleidingen (snelheid en/of druk)
- ⊖ Bij R507 zijn ventielen en kijkglazen niet geschikt
- ⊕ Leidingwerk bij HFK's goed bruikbaar, bij R507 de zuiggasleiding

F 3.2 Advies bij staal

Stalen R22 leidingwerk is theoretisch voor NH₃ volledig te gebruiken. In de praktijk blijkt NH₃ DX echter een vrij complexe techniek. Ombouw verdient bijzondere aandacht. In de praktijk komt R22 staal DX weinig voor.

Voor een koudedragers is de diameter van het leidingwerk onvoldoende. Er zal nieuw leidingwerk aangelegd moeten worden.

Voor CO₂ is meestal de snelheid in de zuigleiding te laag en in de vloeistofleiding te hoog. Ook zijn de leidingen meestal niet gecertificeerd voor de hogere drukken van CO₂.

- ☹ NH₃ DX is complexe technologie en vraagt bijzondere aandacht
- ☹ Leidingwerk voor CO₂ DX niet geschikt
- ☹ Leidingwerk voor koudedrager te kleine diameter
- ☺ Leidingwerk te gebruiken voor NH₃ en HFK's

F 4 Condensator

De koperen condensator dient bij NH₃ vervangen te worden door een stalen condensator. R22 condensators kunnen één op één ingezet worden voor HFK's. Bij R507 kan de hogere werkdruk leiden tot een verplichte vervanging.

Een stalen condensator is zowel te gebruiken voor HFK's als voor ammoniak.

- ☹ Koperen condensator niet geschikt voor NH₃
- ☹ Bij R507 neemt de werkdruk toe en is condensator mogelijk niet geschikt
- ☺ Condensator te gebruiken voor HFK's

Tip

Voor R507 verdient een extra vloeistof-onderkoeling na de condensator zich door de energiebesparing in 1 tot 3 jaar terug.

Tip

Kies bij vervanging een grotere condensator. Vroeger werden condensators uitgelegd op 15K, nu op 10K temperatuurverschil. Dit bespaart 10% op het energiegebruik.

F 5 Koelers

F 5.1 Koperen koelers

NH₃ en koper is niet mogelijk, CO₂ en koper wel. De bestaande koelers zijn meestal maar geschikt voor drukken van 16 of 21 bar. Voor CO₂ is minimaal 28 bar een vereiste.

Voor een koudedrager dient de insputing van de koelers aangepast te worden. Ook neemt de capaciteit af en ter compensatie moeten extra koelers bijgeplaatst worden. Als de koelers voorzien zijn van persgasontdooiing zal bij een koudedrager het ontdooisysteem aangepast moeten worden.

Voor R507 zijn koelers bijna altijd te gebruiken. Mogelijk dat de insputing niet voldoet. Verbeteropties zijn extra onderkoeling, nieuwe ventielen en vergroten van de insputing.

- ☹ Koelers voor natuurlijke koudemiddelen niet geschikt
- ☹ Capaciteit koelers bij koudedrager te klein. Extra koelers noodzakelijk
- ☹ Drukval over de koeler kan bij HFK toenemen, waardoor de werking van de installatie verminderd
- ☺ Koelers te gebruiken voor R507

F 5.2 Stalen Koelers

R22 koelers zijn direct toepasbaar voor NH₃. De koelers zijn meestal gecertificeerd tot drukken van 16 of 21 bar. Voor CO₂ is 28 bar vereist. In overleg met de installateur kan besproken worden of met een drukproef volstaan kan worden.

Bij CO₂ persgasontdooien zullen de koelers geschikt moeten zijn voor 55 bar druk.

Bestaande koelers en persgasontdooisystemen voldoen hier niet aan en zullen vervangen moeten worden.

De koelers kunnen het beste voorzien worden van elektrische ontdooiing. Voor CO₂ als koudedragers zullen de insputtingen aangepast moeten worden.

Voor een koudedragers geldt overeenkomstig aan koper dat de capaciteit afneemt en extra koelers noodzakelijk zijn.

- ☹ Voor CO₂ minimale druk 40 bar, veel koelers zijn tot 16 of 21 bar gecertificeerd
- ☹ CO₂ persgasontdooien door hoge druk niet toepasbaar
- ☹ Bij koudedragers is extra koelercapaciteit noodzakelijk
- ☺ Waar certificaten ontbreken kan mogelijk een drukproef toepasbaarheid van koelers vergroten
- ☺ Materialen voor alle middelen geschikt

F 6 Geschikt voor NH₃

F 6.1 Alles staal, NH₃ direct

De gehele koeling, compressor, leidingwerk, condensor en koeler zijn tegen acceptabele kosten geschikt te maken voor NH₃. De ombouwkosten zijn ongeveer gelijk aan HFK, terwijl de energie-efficiency tot 30% hoger is. De fiscale regeling EIA (en vanaf 2005 VAMIL) is waarschijnlijk van toepassing en resulteert in bruto 29% subsidie op de ombouwkosten. Met NH₃ heeft u van alle huidige koeltechnische oplossingen de zuinigste variant. Controleer of vanuit de milieuvergunning geen bezwaar wordt gemaakt tegen NH₃.

- ☺ Pas milieuvergunning bij de eerst volgende revisie vast aan op NH₃.
- ☺ Ombouwkosten minder dan 30% van nieuwbouw
- ☺ NH₃ meest zuinige variant
- ☺ Diverse subsidies voor ombouw mogelijk

F 6.2 NH₃ direct niet toepasbaar

In een beperkt aantal gevallen is NH₃ niet gewenst of niet toepasbaar. Er dient een cascade warmtewisselaar aangebracht te worden. NH₃ blijft compact en beperkt tot de machinekamer. CO₂ of een koudedragers gaat naar de luchtkoelers. Dit is met het vervangen van leidingwerk en mogelijk koelers een forse investering. De fiscale regeling EIA (en vanaf 2005 VAMIL) is waarschijnlijk van toepassing en resulteert in bruto 29% subsidie op de ombouwkosten. Met NH₃ heeft u van alle huidige koeltechnische oplossingen de zuinigste variant.

- ☹ Ombouwkosten lopen op tot boven de 60% van nieuwbouw
- 😊 Diverse subsidies voor ombouw mogelijk
- 😊 Energiebesparing tot 5%

Adressen

NEKOVRI

Postbus 9713
5602 LS Eindhoven
040 256 5263
www.nekovri.nl

NVKL

Postbus 190
2700 AD Zoetermeer
079 353 1259
www.nvkl.nl

Grenco b.v.

Postbus 205
5201 AE 's Hertogenbosch
073 620 3111
www.grenco.nl

GTI Koudetechniek b.v.

Postbus 207
2700 AE Zoetermeer
079 346 2700
www.gti.nl

York International b.v.

Postbus 20169
7302 HD Apeldoorn
055 538 1600
www.yorkref.com

Lobregt Project Development b.v.

Mariastraat 56
7311 HM Apeldoorn
055 576 6092
www.lobregt.com

