

**Het plan van aanpak voor de keuring en
periodiek onderzoek van bestaande
ammoniakoelinstallaties**

Referentienummer 93-145
Dossiernummer 112327-04452/953
Datum juli 1993
NP

Auteurs
J. Gansevoort
H. Koffijberg

Trefwoorden
– keuring
– koelinstallaties
– drukvaten
– leidingen
– ammoniak
– stoomwezen
– drukhoudersbesluit
– machinerichtlijn

Bestemd voor
Intern gebruik

Voorwoord

Dit document, opgesteld door TNO, is het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties. Het plan is een mengvorm van de toepassing van de 'Regels voor Toestellen Onder Druk' (SZW) en een 'Risicobenadering' (VROM).

Op het document rust een copyright, zoals op het voorblad vermeld.

TNO heeft de intentie om conform dit plan onderzoeken te verrichten of te laten verrichten in geval van in het verleden niet gekeurde ammoniakkoelinstallaties. Het plan wordt tevens toegepast voor periodieke herkeuringen van installaties. Verder heeft TNO de intentie te komen tot het afgeven van TNO-certificaten in Nederland en daarbuiten.

Keuringsinstanties, andere dan TNO, kunnen in beginsel keuringen verrichten op basis van dit plan.

Daarvoor is een licentie-overeenkomst met TNO nodig.

Binnen een licentie-overeenkomst worden het plan en zijn periodieke up-dates, ter beschikking gesteld.

Inhoudsopgave

	Voorwoord	2
1	Inleiding	4
2	De uitgangspunten voor het plan van aanpak	6
3	Overzicht van de werkwijze en criteria bij keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties	8
3.1	Autorisatie TNO of licentiehouder	8
3.2	Inspectie en rapportage volgens CPR-13	10
3.3	Aanbrengen specifieke beveiligingen	10
3.4	Opstellen gedetailleerd plan van aanpak	10
3.5	Uitvoering keuringen en periodiek onderzoek	10
3.6	Het nader onderzoek	10
3.7	Afgifte van de verklaringen van goedkeuring	11
4	Inspectie en rapportage volgens CPR-13	12
5	Specifieke beveiligingen	13
6	Keuring en periodiek onderzoek van vaten	14
6.1	Werkwijze en criteria	14
6.2	Inspectie van de algemene toestand van vaten	16
7	Keuring en periodiek onderzoek van leidingen	19
7.1	Toegepaste materialen	19
7.2	Bevestiging	19
7.3	Doorvoering door muren en plafonds	19
7.4	Maatregelen tegen corrosie	20
7.5	Pijpverbindingen	20
8	Controle laskwaliteit	21
8.1	Lassen in gasvoerende leidingen	22
8.2	Lassen in vloeistofvoerende leidingen	24
8.3	Overzicht uit te voeren lascontroles	25
9	Beproeving op sterkte van leidingen	26
10	Nader onderzoek	27
11	Vastleggen van de resultaten van de keuring en het periodiek onderzoek	29
12	Verantwoording	33

Bijlagen:

- 1 Procescondities en dispersieberekeningen*
- 2 Gehanteerde uitgangscondities voor de bronsterkteberekeningen*
- 3 Vergelijking van het plan van aanpak TNO met de werkwijze volgens de Regels voor Toestellen Onder Druk*
- 4 Door TNO te volgen werkwijze en de daaraan verbonden financiële verplichtingen voor de opdrachtgever indien TNO wordt gevraagd op te treden als keuringsinstantie*

1 Inleiding

Dit document beschrijft een plan van aanpak uitsluitend voor de keuring en het periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties. Voor de keuringen, verplicht bij nieuwbouw en uitbreidingen van ammoniakkoelinstallaties, wordt verwezen naar het daarvoor door TNO opgestelde plan (referentie nr. 93-123 van juli 1993).

Het plan van aanpak is opgesteld door het Instituut voor Milieu en Energietechnologie IMET/TNO te Apeldoorn.

Een keuringsdienst - TNO, een bedrijfskeuringsdienst of een derde - kan een installatie volgens dit plan keuren. Indien de keuringsdienst de installatie heeft goedgekeurd volgens dit plan, dan geeft die keuringsdienst een verklaring af, dat de betreffende installatie conform het plan van aanpak is gekeurd en in orde bevonden (de zogenaamde 'Verklaring van goedkeuring van de installatie'). Bovendien worden, voor zover van toepassing, zogenaamde 'Eigen verklaringen' afgegeven voor vaten en leidingen.

Begrippen

'Keuring':	Vaststellen, dat vaten en/of leidingwerk voldoen aan de eisen, zoals geformuleerd in dit plan van aanpak.
'Inspectie':	Vaststellen of een installatie is gebouwd en wordt bedreven volgens de voorschriften, zoals omschreven in CPR-13 en/of NEN 3380.
'Periodiek onderzoek':	Het volgens in de Hinderwetvoorwaarden en/of het Drukhoudersbesluit vastgelegde tijdsintervallen vaststellen dat vaten en leidingwerk nog voldoen aan de eisen zoals geformuleerd in dit plan van aanpak.
'Keuringsdienst':	Een door een bedrijf gekozen externe keuringsinstantie of eigen bedrijfskeuringsdienst, die een installatie keurt conform het plan van aanpak en na goedkeuring een zogenaamde 'Eigen Verklaring' en een 'Verklaring van goedkeuring van de installatie' af kan geven.
'Eigen verklaring':	Verklaring van de (interne) keuringsdienst, dat een vat of leiding beoordeeld en goedgekeurd is conform criteria en eisen, zoals beschreven in dit plan van aanpak.
'Verklaring van goedkeuring van de installatie':	Verklaring van de keuringsdienst, dat de installatie is onderzocht en goedgekeurd volgens dit plan van aanpak.
'CPR-13':	Ammoniak, vervoer, opslag en toepassingen. Commissie Preventie van Rampen. Tweede druk, 1988.

Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties

'NEN-3380':	Veiligheid van koelinstallaties. Nederlands Normalisatie Instituut. Eerste druk 1971.
'Regels':	De Regels voor Toestellen Onder Druk opgesteld door de Dienst voor het Stoomwezen. Min. van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat Generaal van de Arbeid.
'P&ID':	Process and Instrumentation Diagram.
'B.O.B.':	Bewijs van Onderzoek en Beproeving van een vat of leiding, uitgereikt door de Dienst voor het Stoomwezen.
'V.G.B.':	Verklaring van Geen Bezwaar, uitgereikt door de Dienst voor het Stoomwezen.
'C.E. Machinerichtlijn':	Richtlijn van de Raad inzake de onderlinge aanpassing van wetgeving van de Lid-Staten betreffende machines. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen.
'Bevoegd Gezag':	Ambtenaar belast met het toezicht op uitvoering en handhaving van de Wet Luchtverontreiniging.

2 De uitgangspunten voor het plan van aanpak

Algemeen

Dit plan van aanpak gaat uit van een tweetal eisen, die aan een installatie als geheel moeten worden gesteld:

- a. veilig met betrekking tot de omgeving,
- b. veilig met betrekking tot het personeel.

Tegen de achtergrond van deze eisen staat de **veiligheid van de installatie als geheel** voorop, niet die van de individuele componenten afzonderlijk. Dat betekent dat de beschreven criteria, eisen en hun uitwerking, op delen van de installatie of op individuele componenten, steeds op hun onderlinge samenhang moeten worden bezien.

Dit plan van aanpak neemt de 'Regels voor Toestellen Onder Druk' als uitgangspunt. In aanvulling daarop worden voorwaarden gebruikt uit CPR-13.

Veilig met betrekking tot de omgeving

Met betrekking tot de veiligheid van de omgeving wordt in een aantal gevallen in dit plan van aanpak van de 'Regels' afgeweken.

Die afwijkingen gaan twee kanten op, zowel in de richting van zwaardere keuringen en criteria dan in de 'Regels' beschreven, als in de richting van minder stringente.

Op sommige punten stellen de 'Regels' aan systeemdelen eisen, die in het licht van de veiligheid met betrekking tot de omgeving als minder van toepassing moeten worden beschouwd.

Op die punten laat dit plan van aanpak, in tegenstelling tot de 'Regels', een aantal keuringen achterwege of volstaat met lichtere criteria. Op andere aspecten gaan de 'Regels' niet ver genoeg om een installatie als veilig met betrekking tot de omgeving te kunnen beschouwen.

Op die aspecten schrijft dit plan van aanpak aanvullende maatregelen voor of gaat uit van zwaardere keuringscriteria dan in de 'Regels' gesteld. Voor een overzicht van de afwijkingen ten opzichte van de 'Regels' wordt verwezen naar bijlage 4.

In al die gevallen, dat van de 'Regels' wordt afgeweken, wordt de reden van die afwijking en de onderbouwing ervan steeds expliciet gegeven. Teneinde de betreffende alinea's te benadrukken, worden deze voorafgegaan door een *).

Voor de onderbouwing is gebruik gemaakt van effectberekeningen voor een aantal nader gedefinieerde ongevalsscenario's, die als maximaal denkbaar moeten worden beschouwd. De berekeningen zijn uitgevoerd aan een representatieve installatie, waarbij als criterium is gesteld, dat de 1% letaliteitsdosis bij 10 minuten blootstelling op 100 meter afstand niet mag worden overschreden.

Dat voor deze criteria is gekozen, houdt verband met de volgende veronderstellingen:

- bij de beschouwde ammoniakkoelsystemen wordt aangenomen, dat de ammoniakuitstroming uit een volledige breuk binnen 10 minuten beëindigd zal zijn, ten gevolge van de relatief geringe systeeminhoud of ten gevolge van systeemingrijpen. Bij langdurige uitstroming uit een scheur of kleine pijpdiameter blijkt de schade-afstand te verwaarlozen te zijn.
- In geval van ammoniakverspreiding in de omgeving wordt aangenomen, dat in verband met de lage geurdrempel van ammoniak, een persoon buitenshuis binnen 10 minuten uit de ammoniakwolk is gevlucht en een persoon binnenshuis onmiddellijk de ramen en de deuren gesloten heeft.

Veilig met betrekking tot personeel

Hoewel het valt buiten het kader van de hinderwet, gaat dit plan van aanpak ook in op het risico voor het personeel van het betrokken bedrijf.

Het risico voor het personeel wordt, voor wat betreft verwondingen door drukgolven of scheurwerking, op een aanvaardbaar niveau gebracht door de 'Regels voor Toestellen Onder Druk', in aangepaste vorm, op de installaties van toepassing te verklaren. Hierdoor wordt de kans op het bezwijken van leidingen en/of vaten, bijvoorbeeld ten gevolge van te hoge druk, ook tijdens brand, tot een minimum gereduceerd.

Echter in geval van ammoniakkoelsystemen wordt het risico niet alleen bepaald door de in het systeem aanwezige drukken, maar evenzeer door de toxiciteit. Kleine lekkages in het systeem kunnen binnen een gebouw reeds tot onaanvaardbaar hoge concentraties aanleiding geven. Daarom wordt in dit plan van aanpak de in CPR-13 genoemde ammoniakdetectie ter beveiliging van de omgeving en de installatie, tevens voor de beveiliging van het personeel gebruikt.

3 Overzicht van de werkwijze en criteria bij keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties

Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze, die door TNO of licentiehouder zal worden gevolgd, indien zij wordt verzocht vast te stellen of een bestaande installatie veilig is met betrekking tot het personeel en de omgeving (zie figuur 1).

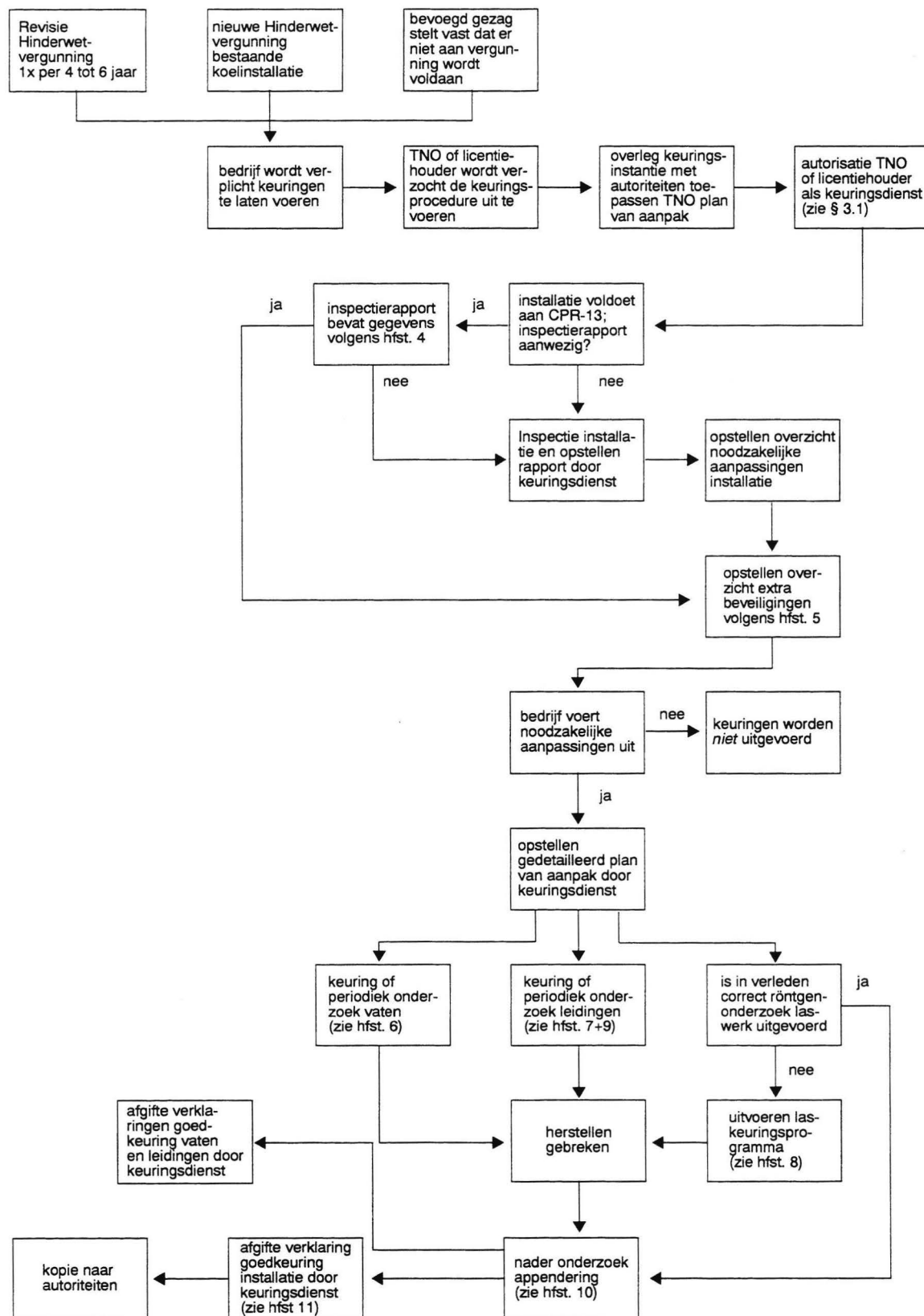
Aanleiding voor het laten uitvoeren van een keuring is veelal een verzoek van een bedrijf, dat in verband met het verkrijgen van een uitbreidings- Hinderwetvergunning of verlenging van de huidige vergunning, door de autoriteiten hiertoe wordt verplicht. Ook kan het voorkomen, dat door de autoriteiten wordt vastgesteld, dat een installatie niet voldoet aan de in de Hinderwetvoorwaarden gestelde eisen.

3.1 Autorisatie TNO of licentiehouder

Alvorens met het uitvoeren van de procedure wordt aangevangen, dient eerst met de Hinderwetverlenende instantie overeen te worden gekomen, dat TNO respectievelijk de licentiehouder als keuringsinstantie wordt aangewezen. Daarnaast moet worden overeengekomen, dat daarbij de werkwijze, beschreven in dit plan van aanpak, als keuringsprocedure zal worden toegepast. Zowel de aanwijzing van TNO als het toepassen van dit plan van aanpak vereist een schriftelijke vastlegging door de autoriteiten. De noodzaak hiervan wordt in het hierna volgende nader toegelicht.

Ammoniakkoelinstallaties vallen onder het 'Drukhoudersbesluit'. In dit 'Drukhoudersbesluit' is bepaald dat keuringen slechts door de Dienst voor het Stoomwezen of door haar gecertificeerde instellingen mogen worden uitgevoerd, **tenzij** door de vergunningverlenende instantie anders is bepaald. Bovendien is bepaald dat de keuringen dienen te worden uitgevoerd aan de hand van de 'Regels voor Toestellen Onder Druk' opgesteld door de reeds eerder genoemde Dienst. De werkwijze beschreven in dit plan van aanpak, wijkt op sommige punten van deze 'Regels' af. (Overigens is het 'Drukhoudersbesluit' tot op heden niet tot wet verheven, maar wordt het wel als zodanig toegepast.)

Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties



Figuur 1 Werkwijze keuring en periodiek onderzoek van bestaande NH₃-koelinstallaties

3.2 Inspectie en rapportage volgens CPR-13

De eerste stap in de procedure is het opstellen van een inspectierapport dat aangeeft in hoeverre de betreffende installatie voldoet aan CPR-13. Tevens zal in geval van afwijkingen ten opzichte van CPR-13 een overzicht van noodzakelijke aanpassingen worden opgesteld om de installatie op orde te brengen.

Inspectie van de installatie is niet nodig als in het verleden een volledig inspectierapport is opgemaakt.

3.3 Aanbrengen specifieke beveiligingen

Na het gereed zijn van het inspectierapport wordt met de opdrachtgever overeengekomen op welke punten en op welk tijdstip de installatie – indien nodig – dient te worden aangepast. Gelijktijdig hiermee worden ook de specifieke beveiligingen, genoemd in hoofdstuk 5, aangebracht.

3.4 Opstellen gedetailleerd plan van aanpak

Hierna zal door de keuringsdienst aan de hand van de voorliggende procedure het specifieke plan van aanpak, benodigd voor de keuring van de installatie worden opgesteld.

In dit plan zal worden aangegeven op welke wijze en op welke plaatsen de toegepaste vaten en het aangebrachte leidingwerk dienen te worden gekeurd.

Het specifieke plan wordt aan de opdrachtgever toegezonden en in gezamenlijk overleg wordt het tijdstip voor het uitvoeren van de keuringen vastgesteld.

3.5 Uitvoering keuringen en periodiek onderzoek

De werkwijze voor het uitvoeren van de keuringen en het periodiek onderzoek, en de criteria, waarop de installatie zal worden beoordeeld, staan omschreven in de hoofdstukken 6 tot en met 9. Tevens is in deze hoofdstukken aangegeven welke maatregelen dienen te worden genomen teneinde in voorkomende gevallen geconstateerde gebreken te herstellen.

In de procedure wordt ervan uitgegaan, dat alle geconstateerde fouten en gebreken naar tevredenheid zijn hersteld alvorens over te gaan tot de volgende stap, het nader onderzoek omtrent de aanwezigheid van de correcte appendages.

3.6 Het nader onderzoek

Nadat alle reparaties zijn uitgevoerd en de installatie als geheel voldoet aan het gestelde in het gedetailleerde plan van aanpak wordt gecontroleerd of alle volgens

de wet vereiste appendering is aangebracht. Voor een overzicht van de benodigde appendages wordt verwezen naar hoofdstuk 10.

3.7 Afgifte van de verklaringen van goedkeuring

Als is vastgesteld dat aan alle eisen wordt voldaan, dan worden de verklaringen van goedkeuring van vaten, leidingwerk en volledige installatie overhandigd. Voorbeelden van deze verklaringen zijn opgenomen in hoofdstuk 11. Een kopie van de 'Verklaring van goedkeuring van de installatie' zal worden toegezonden aan de betreffende Hinderwetverlenende instantie.

4 Inspectie en rapportage volgens CPR-13

Alvorens met de specifieke keuring van een installatie aan te vangen, dient eerst een inspectierapport te worden opgesteld, dat aangeeft in hoeverre de betreffende installatie voldoet aan CPR-13. Tevens zal in geval van afwijkingen ten opzichte van CPR-13 een overzicht van noodzakelijke aanpassingen worden opgesteld om de installatie op orde te brengen.

Het inspectierapport wordt toegezonden aan de opdrachtgever. In onderling overleg wordt overeengekomen wanneer de in het rapport voorgestelde aanpassingen en aanbevelingen zullen worden uitgevoerd. Er bestaan hiervoor twee mogelijkheden:

- de aanpassingen worden uitgevoerd alvorens tot de keuring van de installatie wordt overgegaan,
- de aanpassingen vinden gelijktijdig plaats met het uitvoeren van de benodigde keuringen.

De laatste methode verdient de voorkeur daar in verband met het uitvoeren van de keuringen de installatie tijdelijk uit bedrijf dient te zijn en in sommige gevallen leeg dient te worden aangeboden.

Inspectie van de installatie is niet nodig als in het verleden reeds (door derden) een inspectierapport is opgemaakt. Een dergelijk rapport dient dan minimaal de volgende gegevens te bevatten:

- aantal kg ammoniak, aanwezig in de installatie;
- type van de installatie;
- afscheidertemperatuur;
- ontwerpdruk;
- afstand tot de woonbebouwing;
- gegevens van de vaten;
- diameters van de leidingen;
- toegepaste soort condensers;
- aanwezigheid van ammoniakdetectie, tevens de signalering- en afschakelwaarden;
- natuurlijke of geforceerde ventilatie van de machinekamer;
- het al dan niet aangebracht zijn van automatische inlokafsluiters;
- ammoniakleidingen uitsluitend in de machinekamer of ook in andere ruimtes?
- worden er ammoniakvoerende leidingen buiten het gebouw toegepast?

Behalve deze gegevens moet het inspectierapport tevens P&ID's van de installatie alsmede, indien aanwezig, kopieën van B.O.B.'s respectievelijk V.G.B.'s van de toegepaste vaten en/of leidingen bevatten.

5 Specifieke beveiligingen

Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 2 gaat dit plan van aanpak uit van een tweetal eisen, die aan een installatie als geheel moet worden gesteld:

- a. veilig met betrekking tot de omgeving,
- b. veilig met betrekking tot het personeel.

Om hieraan te kunnen voldoen, worden naast het uitvoeren van keuringen en periodiek onderzoek van vaten en leidingwerk, waardoor de kans op het optreden van onveilige situaties wordt beperkt, tevens effectbeperkende maatregelen toegepast.

Door het toepassen van beveiligingen, die in werking treden in geval van lekkages van het ammoniakgedeelte kunnen de gevolgen voor zowel de werknemers als de omwonenden tot een minimum worden beperkt.

De beveiligingen bestaan uit de volgende sub-systemen.

Beveiliging personeel

- een noodplan, waarin de veiligheidsprocedures zijn vastgelegd.

Beveiliging omgeving

(uit de berekeningen in de bijlagen 1 en 2 blijkt dat met onderstaande beveiligingen naast die zoals vermeld in CPR-13 een aanvaardbaar risico voor de omgeving resulteert)

- een scrubber installatie in de afvoeropening bij geforceerde ventilatie, afhankelijk van de afstand tot de dichtstbijzijnde woonbebouwing.
Opmerking: uit proefnemingen is gebleken, dat door toepassing hiervan maximaal 80% van de ammoniakdamp kan worden uitgevangen.
- minimum-druk-beveiliging op de persleiding van compressoren (voor leidingen tot 60 mm diameter). Wanneer meerdere compressoren op een verzamelleiding zijn aangesloten en de diameter van de afzonderlijke persleidingen kleiner is dan 60 mm, dan dient in de persleidingen een terugslagklep geplaatst te worden direct voor de aansluiting op de verzamelleiding.
- een terugslagklep of vlotter in de verbindingsleiding van de condensor naar het hoge drukvat (tot een diameter van 60 mm).
- een terugslagklep of vlotter in de verbindingsleiding van het hogedrukvat naar de afscheider (tot een diameter van 60 mm).
- een terugslagklep in de verbindingsleiding van de verdamper naar de afscheider (tot een diameter van 60 mm). Wanneer meerdere verdampers op een verzamelleiding zijn aangesloten en de diameter van de afzonderlijke leidingen kleiner is dan 60 mm, dan dient in de afvoerleidingen van de afzonderlijke verdampers een terugslagklep geplaatst te worden direct voor de aansluiting op de verzamelleiding.

6 Keuring en periodiek onderzoek van vaten

6.1 Werkwijze en criteria

De keuring en het periodiek onderzoek van vaten heeft betrekking op vaten met een inhoud groter dan 50 liter.

In de 'Regels' wordt onder G 0402/75-12 aangegeven, dat voor het in bedrijf hebben van vaten, waarvan het produkt van de werkdruk en volume groter is dan $0.6 \text{ bar} \cdot \text{m}^3$ vergunning is vereist, wanneer de druk hoger is dan 1 bar. Daar de druk bij omgevingstemperatuur ongeveer 14 bar kan bedragen, is alleen voor vaten waarvan de inhoud kleiner is dan 50 l geen vergunning vereist.

Opmerking: ook olie-afscheiders van compressoren zullen als drukvat worden beschouwd.

- *) In de 'Regels' worden in het blad T 0102 V/85-02 richtlijnen voor het uitvoeren van een **periodieke keuring** gegeven.
Dit plan van aanpak wijkt om twee redenen daarvan af en hanteert een aangepaste werkwijze en criteria.
De motivatie is als volgt:
In de eerste plaats hebben de richtlijnen uit de 'Regels' betrekking op delen van toestellen onder druk, die worden gebruikt in het kruipgebied. In koelinstallaties worden geen hoge drukken en/of hoge temperaturen toegepast. Deze installaties zullen zich daarom niet in het kruipgebied bevinden.
In de tweede plaats stuiten de keuringseisen - die bij bestaande vaten in beginsel gelijk zijn aan die bij nieuwbouw - in de praktijk op een aantal bezwaren:
- a. er kan niet meer gekeurd worden in de gewenste stadia van vervaardiging zonder het toestel (vat) eerst af te breken,
 - b. niet alle gewenste gegevens blijken in het algemeen achteraf beschikbaar te zijn (keuringscertificaten van het materiaal, bekwaamheid van de lassers, constructietekeningen).

In het onderstaande worden de gehanteerde werkwijze en criteria nader aangegeven.

De tabellen 1 en 2 beschrijven de te volgen procedure in de vorm van een beslisschema. Het beslisschema kent de volgende stappen:

1. is het vat in het verleden gekeurd en door wie?
2. zijn er voldoende gegevens om de kwaliteit van het vat te kunnen beoordelen?
3. wat is het resultaat van de inspectie van het vat en zijn appendering?
4. welke actie moet worden uitgevoerd?
5. welk advies kan worden gegeven aan de hinderwetverlenende autoriteiten?

De keuring wordt uitgevoerd conform het schema in de tabellen 1 en 2.

De in de tabellen genoemde inspectie is nader uitgewerkt in § 6.2.

Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties

Tabel 1 Werkwijze en criteria voor periodieke keuring van in het verleden volgens acceptabele normen gekeurde vaten

Categorie	Gegevens vat	Resultaat beoordeling gegevens	Resultaat inspectie uitgevoerd volgens 4	Uit te voeren actie	Nader onderzoek zie 10	Eindoordeel
in het verleden gekeurd door de Dienst voor het Stoomwezen	Bewijs van Onderzoek en Beproeving aanwezig of kenplaat aanwezig	is nog overeenkomstig de gegevens	gunstig	geen	appendering dient te voldoen aan de 'Regels'	toestemming tot verder gebruik
		het vat is niet meer overeenkomstig de gegevens (zie tabel 2)	gebreken	repareren		toestemming tot verder gebruik
			ernstige gebreken	afkeuren	niet van toepassing	vervangen
in het verleden gekeurd door b.v. TÜV Lloyd's A.I.B.	certificaten aanwezig of kenplaat aanwezig Na 1995 CE kenmerk aangebracht	gegevens voldoende en acceptabel ¹⁾	gunstig met betrekking tot Inspecteerbaarheid Materiaalkeuze	eventueel aanpassen conform de eisen plan van aanpak	appendering dient te voldoen aan de 'Regels'	toestemming tot verder gebruik
			gebreken	aanpassen conform de eisen plan van aanpak		toestemming tot verder gebruik
			ernstige gebreken	afkeuren	niet van toepassing	vervangen

¹⁾ Het vat is nog overeenkomstig de gegevens en gehanteerde keuringsnormen zijn acceptabel.

Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties

Tabel 2 Werkwijze en criteria voor keuring van bestaande vaten, die in het verleden niet volgens acceptabele norm zijn gekeurd, of waarvan de huidige toestand niet meer overeenstemt met de oorspronkelijke gegevens

Gegevens vat	Beoordeling gegevens	Resultaat inspectie uitgevoerd volgens 4	Uit te voeren actie	Nader onderzoek zie 10	Eindoordeel
tekeningen, materiaal-specificaties e.d. aanwezig	ten dele mogelijk	gunstig	hydraulisch afpersen	appendering dient te voldoen aan de 'Regels'	overhandigen Eigen verklaring
		gebreken	reparatie en hydraulisch afpersen		
		ernstige gebreken	afkeuren	niet van toepassing	vervangen
onvoldoende, d.w.z. geen tekeningen en dergelijke	niet mogelijk	gunstig	hydraulisch afpersen	appendering dient te voldoen aan de 'Regels'	overhandigen Eigen verklaring
		gebreken	afkeuren	niet van toepassing	vervangen

6.2 Inspectie van de algemene toestand van vaten

Uitwendige controle

Om een uitspraak te kunnen doen omtrent de toestand van een vat wordt de isolatie van het vat verwijderd met name op een aantal plaatsen waar ijsvorming plaatsvindt. Het vat wordt uitwendig gecontroleerd op corrosie.

Er doen zich drie mogelijkheden voor, namelijk:

1. Er wordt geen noemenswaardige corrosie vastgesteld.
2. Het vat blijkt in lichte mate te zijn gecorrodeerd.
3. Er wordt ernstige corrosie geconstateerd.

- ad 1. Indien geen noemenswaardige corrosie wordt geconstateerd volgt geen nadere actie.
- ad 2. In geval van lichte corrosie wordt een ultrasonoor onderzoek uitgevoerd op de in de 'Regels' onder T0202/85-12 omschreven wijze.
- ad 3. In geval van ernstige corrosie dient het vat te worden vervangen.

Inwendige inspectie

Volgens het gestelde in de 'Regels' onder W 0401/82-12 2.3 dienen vaten met een inwendige diameter > 1000 mm inwendig geïnspecteerd te worden. Voor vaten met een kleinere diameter zijn aanvullende voorschriften aangegeven. In een aantal gevallen wordt in dit plan van aanpak van inwendige inspectie afgezien.

- *) Behoort het vat tot de categorieën van tabel 1, is het vat nog overeenkomstig met de originele gegevens en zijn deze gegevens voldoende en acceptabel, dan wordt in dit plan van aanpak van inwendige inspectie afgezien.

Toelichting:

Van het vat zijn keuringsbescheiden, B.O.B.'s, aanwezig, wat wil zeggen dat de laskwaliteit reeds is beoordeeld tijdens de bouw.

Uit langdurige ervaring van de afdeling Warmte- en Koudetechniek van TNO is gebleken, dat ammoniak in koelsystemen geen aanleiding geeft tot inwendige corrosie.

Dit standpunt wordt onderbouwd door de literatuur op het gebied van corrosie-onderzoek.

- Corrosion Data Survey, Metal Section sixth edition, NACE publication geeft als waarde voor de corrosiesnelheid veroorzaakt door ammoniak voor staal-soorten < 0,05 mm jaar⁻¹.
- De Dechema Werkstoff Tabelle van november 1978 Ammoniak bladzijde 3 voor het temperatuursgebied 24° - 316 °C < 0,05 mm jaar⁻¹.

Een onderwerp waarop wel zal worden gecontroleerd betreft scheurvorming ten gevolge van spanningscorrosie. Uit een onderzoek van L. Lunde en R. Nyborg, 'The effect of Oxygen and Water on Stress Corrosion Cracking of Mild Steel in Liquid and Vapourous Ammonia, AIChE Symposium, Safety in Ammonia Plants (1986), blijkt, dat bij een zuurstofgehalte van 5-200 p.p.m. in NH₃ en daarbij opname van water tot 500 p.p.m. spanningscorrosie sterk wordt bevorderd. Onderzoek naar scheurvorming ten gevolge van spanningscorrosie, kan met behulp van ultrasonoor onderzoek vanaf de buitenzijde van het vat, worden uitgevoerd.

- *) Behoort het vat tot de categorieën van tabel 2 dan ontstaan er twee mogelijkheden, namelijk:

- de wanddikte en de laskwaliteit zijn met behulp van niet-destructieve meetmethodes uitwendig correct vast te stellen. In dit geval wordt in dit plan van aanpak van inwendige inspectie afgezien.
- De wanddikte en de laskwaliteit zijn met behulp van niet-destructieve meetmethodes uitwendig niet correct vast te stellen. Is de mogelijkheid tot inwendige inspectie aanwezig, bijvoorbeeld door het demonteren van een condensor, dan zal de inspectie op die wijze worden uitgevoerd.

Is de mogelijkheid tot inwendige inspectie niet aanwezig, dan wordt het vat afgekeurd.

Opmerking: als een vat in het verleden niet is gekeurd, dan zijn normaliter ook geen mangaten of andere inspectiemogelijkheden aangebracht. Het alsnog aanbrengen van mangaten kan worden beschouwd als een extra risicofactor voor het ontstaan van lekkages.

Persproef

Vaten behorende tot de categorieën 2 zijn veelal in het verleden niet op sterkte beproefd.

In voorkomende gevallen dient deze beproeving alsnog te worden uitgevoerd op de in de 'Regels' onder T0202/85-12 omschreven wijze.

Materiaalkwaliteit

Behoort het vat tot de categorieën van tabel 1 dan zijn tijdens de bouw de correcte materialen toegepast, is het toepassingsgebied bekend en volgt geen verdere actie.

- *) Behoort het vat tot de categorieën van tabel 2 dan ontstaan er twee mogelijkheden:
- het vat wordt niet bedreven bij systeemtemperaturen lager dan $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. In dat geval dienen sterkteberekeningen te worden uitgevoerd. Daarbij wordt aangenomen, dat het vat is vervaardigd uit staal met een treksterkte van 360 N mm^{-2} .
 - Het vat wordt bedreven bij temperaturen lager dan $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Er dient kerftaaiheidsonderzoek te worden uitgevoerd, teneinde vast te stellen dat het vat is vervaardigd uit staalsoorten die geschikt zijn voor het gewenste temperatuursgebied. Tevens dient te worden vastgesteld of het toegepaste toevoermateriaal (type elektroden) gebruikt voor laswerkzaamheden tijdens montage geschikt is voor de toepassing. Het onderzoek zal worden uitgevoerd op de in de 'Regels' onder M0110/75-12 beschreven wijze.

Opmerking: een dergelijk onderzoek vergt mogelijk het uitnemen van materiaalmonsters op een groot aantal plaatsen. De gebruiker dient hierop te worden gewezen.

7 Keuring en periodiek onderzoek van leidingen

Tijdens keuringen wordt gecontroleerd op de volgende onderwerpen:

- 7.1 Toegepaste materialen
- 7.2 Bevestiging
- 7.3 Doorvoering door muren en plafonds
- 7.4 Maatregelen tegen corrosie
- 7.5 Pijpverbindingen.

Hierna worden de aandachtspunten nader toegelicht.

7.1 Toegepaste materialen

Gecontroleerd wordt of uitsluitend ammoniakbestendige materialen worden toegepast en geen incorrecte materialen zoals brons en zink. Wordt incorrecte materiaaltoepassing vastgesteld dan dienen betreffende materialen te worden vervangen.

Voor alle leidingen, waarvan de bedrijfstemperatuur lager is dan -20 °C dienen materiaalattesten aanwezig te zijn, waaruit blijkt dat het materiaal geschikt is voor de toepassing.

Als de fabrieksattesten aanwezig zijn, dan worden ze als bijlage aan het keuringsdocument (zie hoofdstuk 11) toegevoegd.

Zijn de attesten niet aanwezig, dan dient een programma te worden opgesteld om op een aantal a-select te kiezen meetplaatsen materiaalonderzoek uit te laten voeren. Het materiaalonderzoek wordt dan uitgevoerd door het Instituut voor Productie en Logistiek IPL/TNO te Apeldoorn.

7.2 Bevestiging

Gecontroleerd wordt of de ophanging van de leidingen correct is uitgevoerd wat betreft de uitzettingsmogelijkheid, of er voldoende steunpunten zijn aangebracht en of er voldoende loopruimte aanwezig is.

7.3 Doorvoering door muren en plafonds

Gecontroleerd wordt of de doorvoeringen gasdicht zijn uitgevoerd. Eventueel worden aanpassingen voorgeschreven.

7.4 Maatregelen tegen corrosie

Gecontroleerd wordt of de leidingen voldoende tegen corrosie zijn beschermd, zijn geverfd of van een dampdichte isolatie zijn voorzien.

Als ijsvorming of corrosie wordt geconstateerd, dan dient een wanddiktemeetprogramma met behulp van ultrasoononderzoek te worden uitgevoerd.

Dit programma dient te worden uitgevoerd volgens de in de 'Regels' in blad T 0202/85-12 omschreven procedure.

Op basis van de resultaten van het ultrasoononderzoek wordt berekend of de leiding voldoende sterk is om de persdruk bij herbeproeving genoemd in de 'Regels' in blad T 0240/72-12 te kunnen weerstaan. Voor de berekening van de vereiste wanddikte wordt ervan uitgegaan dat de leiding is vervaardigd van staal met een treksterkte van 360 Nmm^{-2} , tenzij uit de materiaalattesten blijkt dat staal met een hogere treksterkte is toegepast.

7.5 Pijpverbindingen

Pijpverbindingen kunnen worden onderscheiden in flensverbindingen, schroefdraadverbindingen en lasverbindingen.

Flensverbindingen

Flensverbindingen dienen zodanig te zijn uitgevoerd dat de pakking niet kan worden uitgeblazen.

Schroefdraadverbindingen

Schroefdraadverbindingen mogen tot leidingdiameters van 2" worden toegepast.

Gelaste verbindingen

Gelaste verbindingen mogen ongeacht de leidingdiameter overal in de installatie worden toegepast. Het laswerk dient daarbij te voldoen aan nader omschreven kwaliteitseisen.

In de 'Regels' is in G 0402/75-12 bijlage 3 omschreven welk type leidingen onder keuringstoezicht van de Dienst vallen. De criteria die hieraan ten grondslag liggen, worden gevormd door de inwendige diameter in combinatie met de ontwerpdruk. Voor zowel gas- als vloeistofvoerende leidingen is gezien de lage ontwerpdruk van circa 14 bar bij diameters beneden 145 mm geen vergunning vereist.

*) Op dit punt zijn voor dit plan van aanpak eigen criteria ontwikkeld op basis van een expliciet geformuleerde ontwerp eis.

Daartoe is een risicoanalytische benadering gekozen.

8 Controle laskwaliteit

Om te komen tot keuringscriteria voor gelaste verbindingen zijn berekeningen uitgevoerd aan een representatieve installatie.

De berekeningen beogen inzicht te verschaffen in de externe risico's rond ammoniakkoelinstallaties en zijn gebruikt om een zodanig regime van lascontroles te bepalen dat aan een veiligheidseis voor de installatie als totaal wordt voldaan.

In figuur 1.1 van bijlage 1 is deze installatie schematisch weergegeven.

De ter plaatse heersende procescondities zijn eveneens in bijlage 1 genoemd.

Als ontwerpeis, die aan de installatie als geheel is gesteld, is gehanteerd dat bij een ammoniakontsnapping de 1 procent letaliteitsdosis van ammoniak bij 10 minuten blootstelling op 100 m afstand niet mag worden overschreden.

In de berekening is rekening gehouden met de aangebrachte beveiligingen conform CPR-13 en de specifieke beveiligingen conform hoofdstuk 5.

De belangrijkste conclusies uit de berekeningen luiden als volgt:

- Een onderscheid mag worden gemaakt tussen leidingen bedoeld voor het transport van gas dan wel voor vloeibaar ammoniak. Mits de correcte beveiligingen zijn aangebracht heeft breuk van gasvoerende leidingen zowel binnen als buiten het gebouw geen overschrijding van het gestelde criterium tot gevolg.
- Mits de correcte beveiligingen zijn aangebracht heeft breuk van vloeistofvoerende leidingen binnen het gebouw geen overschrijding van de gestelde eis tot gevolg.
- Het optreden van scheuren in leidingen zowel binnen als buiten het gebouw heeft geen risico voor de omgeving tot gevolg.
- In geval van breuk van vloeistofvoerende leidingen wordt buiten het gebouw het gestelde criterium reeds snel overschreden.

Naar aanleiding van deze resultaten kunnen leidingen met gelaste verbindingen als volgt worden gecategoriseerd:

1. Lassen in gasvoerende leidingen:
 - a. Leidingen inwendige diameter < 145 mm.
 - b. Leidingen inwendige diameter > 145 mm.
 - c. Leidingen voor toepassing bij temperaturen lager dan -20 °C.
2. Lassen in vloeistofvoerende leidingen:
 - a. Leidingen < 60 mm binnen het gebouw.
 - b. Leidingen > 60 mm < 145 mm binnen het gebouw.
 - c. Leidingen > 145 mm binnen het gebouw.
 - d. Leidingen met een bedrijfstemperatuur < -20 °C.
 - e. Leidingen buiten het gebouw waarbij in geval van breuk, risico voor de omgeving ontstaat.

Opmerking:

Ten aanzien van de vaststelling van ongevalsscenario's met mogelijke consequenties buiten het bedrijf zijn keuzes gemaakt die niet altijd overeenkomstig de thans in Nederland gebruikelijke MCA-benadering in risicoanalyse zijn. Dit kan mogelijk een punt van discussie vormen met de vergunningverlenende instantie.

Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties

Ten aanzien van leidingen wordt doorgaans als mogelijke calamiteit het breken van die leidingen gehanteerd. Aan die calamiteit wordt dan in het algemeen een generiek kanscijfer toegekend.

Zo wordt bijvoorbeeld voor een leidingdiameter tot 3" in het algemeen een kans op breuk aangehouden van 1/1.000.000 per meter leidinglengte per jaar ($1 \cdot 10^{-6} \text{ jr}^{-1}$).

Aan het gebruik van dergelijke kanscijfers is echter een aantal bezwaren verbonden. Zo wordt voorbijgegaan aan het type en de functie van de leiding en aan de staat van onderhoud. Verder wordt voorbijgegaan aan de vraag of de betreffende leiding onder toezicht van een keurende instantie is aangebracht en of periodiek herkeuring en controle op corrosie wordt uitgevoerd.

Om aan de beperkingen van het gebruik van generieke kanscijfers tegemoet te komen, wordt in dit plan van aanpak een enigszins andere en meer realistische route gevolgd. Het plan van aanpak neemt als uitgangspunt voor de berekeningen, dat de leidingen tot een inwendige diameter van 60 mm gedurende de restlevensduur van de installatie zullen breken (guillotinebreuk).

Voor leidingen en vaten van grotere diameter wordt slechts scheurvorming verondersteld.

Met het toenemen van de leidingdiameter neemt ook de wanddikte toe, zodat de kans op guillotinebreuk verwaarloosbaar klein mag worden geacht. Bovendien zijn machinekamers zodanig ingericht dat geen rekening met afbreken tengevolge van extern geweld hoeft te worden gehouden.

Ook ten aanzien van een dergelijke scheurvorming wordt in het plan van aanpak ervan uitgegaan dat het tijdens de restlevensduur van de installatie zal kunnen optreden.

Als een scheurlengte wordt 60 mm aangehouden, met een scheurbreedte van 1 mm. Het maximale uitstroomoppervlak bedraagt derhalve 60 mm². Scheurpropagatie wordt buiten beschouwing gelaten gezien de relatief lage drukken. Bovendien heeft ammoniak een lage reukdrempel, waardoor kleine lekkages heel snel zullen worden vastgesteld en reparaties zullen worden uitgevoerd.

8.1 Lassen in gasvoerende leidingen

Zoals reeds is aangegeven, vallen gasvoerende leidingen met een inwendige diameter < 145 mm, uitgezonderd voor toepassingen bij temperaturen lager dan -20 °C, volgens de 'Regels' niet onder keur van de Dienst. Daardoor behoeven aan het laswerk van dergelijke leidingen geen bijzondere eisen gesteld te worden. Hierdoor kan de volgende onderverdeling worden gemaakt:

a. Leidingen inwendige diameter < 145 mm

- *) Ten behoeve van de bescherming van het personeel wordt het laswerk van deze leidingen, voor zover binnen het gebouw, visueel geïnspecteerd. De visuele inspectie wordt uitgevoerd op de wijze zoals omschreven in de 'Regels' onder T 0112/78-10. Het laswerk moet qua uiterlijk en uitlijning van degelijk vakmanschap getuigen. Is dit niet het geval dan wordt het laswerk afgekeurd.*

Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties

b. Leidingen inwendige diameter > 145 mm

*) Ten behoeve van de bescherming van het personeel wordt het laswerk van deze leidingen, voor zover binnen het gebouw, visueel geïnspecteerd. De visuele inspectie wordt uitgevoerd op de wijze zoals omschreven in de 'Regels' onder T 0112/78-10. Het laswerk moet qua uiterlijk en uitlijning van degelijk vakmanschap getuigen.

In aanvulling daarop wordt, teneinde een nadere indicatie van het vakmanschap te verkrijgen, het laswerk onderworpen aan een nadere inspectie met behulp van röntgenologisch onderzoek.

Er wordt een steekproefomvang gehanteerd conform de 'Regels' onder T 0110/76-12.

Aantal lassen	Aantal te onderzoeken lassen
0-20	2
20-50	10%
50-250	5
250-∞	2%

Het laswerk dient te voldoen aan I.I.W. klasse II. De beoordeling wordt uitgevoerd door het bedrijf dat de röntgenfoto's maakt.

Toelichting: Het röntgenologisch onderzoek is een uitbreiding van de visuele inspectie. Wanneer bijvoorbeeld uit een foto blijkt dat onbewerkte laskanten stuik tegen elkaar zijn gelegd, dan is duidelijk geen sprake van goed vakmanschap. Bij de beoordeling van de laskwaliteit wordt de uitspraak 'acceptabel' of 'niet acceptabel' gebaseerd op de vastgestelde situatie in combinatie met de procesomstandigheden en het aanwezige risico. Zo zullen geringe krimpholtes of slakinsluitingen geen aanleiding zijn tot de uitspraak 'niet acceptabel'.

c. Leidingen voor toepassing bij temperaturen lager dan -20 °C.

Van dit leidingwerk dienen materiaalattesten aanwezig te zijn waaruit blijkt dat het toegepaste materiaal geschikt is voor toepassing bij lage temperatuur. Indien deze niet kunnen worden overhandigd, dient materiaalonderzoek te worden uitgevoerd. Voor dit doel moet op a-select te kiezen plaatsen een proefstuk worden uitgenomen waarin tevens een verbindingslas is opgenomen.

Uit materiaalonderzoek en metallurgisch onderzoek van het toegepaste lasmateriaal moet blijken dat correcte materialen zijn toegepast.

Indien dat niet het geval is dan dient het betreffende leidingwerk te worden vervangen.

8.2 Lassen in vloeistofvoerende leidingen

a. Leidingen < 60 mm binnen het gebouw

- *) Ten behoeve van de bescherming van het personeel wordt het laswerk van deze leidingen visueel geïnspecteerd. De visuele inspectie wordt uitgevoerd op de wijze zoals omschreven in de 'Regels' onder T 0112/78-10. Het laswerk moet qua uiterlijk en uitlijning van degelijk vakmanschap getuigen. Is dat niet het geval dan wordt het laswerk afgekeurd.

b. Leidingen > 60 mm < 145 mm binnen het gebouw

- *) Ten behoeve van de bescherming van het personeel wordt het laswerk van deze leidingen onderworpen aan een röntgenologisch onderzoek.
Gezien de ernstige gevolgen in geval van breuk, worden alle lassen gecontroleerd. Dat wil zeggen dat maximaal 1 foto per las wordt vereist. Het laswerk moet voldoen aan I.I.W. klasse II.
Foutieve lassen dienen te worden uitgeslepen en opnieuw gelegd. Gerepareerde lassen dienen over de volle omtrek te worden geröntgend.
Gezien de relatief geringe gevolgen in geval van scheuren, worden de lassen niet beoordeeld op geringe krimpholtes, slakinsluitingen en dergelijke. Bij de beoordeling is daarom alleen de kans op breuk de maatstaf voor de uitspraak 'acceptabel' of 'niet acceptabel', waarbij rekening wordt gehouden met de lage systeemdrukken.

c. Leidingen > 145 mm binnen het gebouw

- Ten behoeve van de bescherming van het personeel wordt het laswerk van deze leidingen visueel geïnspecteerd. De visuele inspectie wordt uitgevoerd op de wijze zoals omschreven in de 'Regels' onder T 0112/78-10. Het laswerk moet qua uiterlijk en uitlijning van degelijk vakmanschap getuigen. Is dat niet het geval dan wordt het laswerk afgekeurd.
In aanvulling daarop wordt het laswerk onderworpen aan een nadere inspectie met behulp van röntgenologisch onderzoek.

Gezien de wanddikte van de leidingen mag röntgenologisch onderzoek steekproefsgewijs worden uitgevoerd.

Een steekproefomvang wordt 10% aangehouden. Het laswerk moet voldoen aan I.I.W. klasse II.

Foutieve lassen dienen te worden uitgeslepen en opnieuw gelegd, en te zamen met de voorafgaande en eerstvolgende las over de volle omtrek te worden geröntgend.

Gezien de betrekkelijk geringe gevolgen in geval van scheuren, de grote wanddikte en de toch betrekkelijk lage drukken wordt dit type lassen niet beoordeeld op geringe krimpholtes, slakinsluitingen en dergelijke. Bij de beoordeling is in dit geval de toepassing mede een maatstaf voor de uitspraak 'acceptabel' of 'niet acceptabel'.

d. Leidingen met een bedrijfstemperatuur < -20 °C

- *) Van het leidingwerk dienen materiaalattesten aanwezig te zijn waaruit blijkt dat het toegepaste materiaal geschikt is voor toepassing bij lage temperatuur. Indien deze niet kunnen worden overhandigd dient materiaalonderzoek te worden uitgevoerd. Voor dit doel moet op a-select te kiezen plaatsen een proefstuk worden uitgenomen, waarin tevens een verbindingslas is opgenomen. Uit materiaalonderzoek en metallurgisch onderzoek van het toegepaste lasmateriaal moet blijken dat de juiste materialen zijn toegepast. Indien dat niet het geval is dan dient het betreffende leidingwerk te worden vervangen.

e. *Leidingen buiten het gebouw waarbij in geval van breuk risico voor de omgeving ontstaat*

*) Bij dit type leidingen vormt het materiaal van de ondergrond waarop het ammoniak in geval van calamiteiten uitstroomt een belangrijke onzekere factor. Bovendien is het in de praktijk vrijwel onmogelijk een dergelijke lekkage met behulp van detectie-apparatuur vast te stellen. Als gevolg hiervan zullen de beveiligingen van de installatie niet automatisch in werking treden.

Op grond daarvan en op grond van de uitkomst van de risicoberekeningen moet van alle leidingen al het laswerk voldoen aan I.I.W. klasse II. Röntgenologisch onderzoek dient op alle lassen over de volle omtrek te worden uitgevoerd. Foutieve lassen dienen te worden uitgeslepen en opnieuw te worden gelegd en geröntgend.

Toelichting: In hoofdstuk 3 is gesteld dat leidingen binnen de machinekamer niet blootstaan aan extern geweld. Dit geldt niet voor de leidingen buiten het gebouw. Een uitzondering zou nog kunnen gelden voor installaties waar op correcte wijze aanrijbeveiliging is aangebracht, en voor leidingen die op het dak zijn aangebracht. In dergelijke gevallen kan in het plan van aanpak hiermee rekening worden gehouden en dit nader worden toegelicht.

8.3 Overzicht uit te voeren lascontroles

Teneinde de toepassing van de eisen voor de gebruiker te vergemakkelijken wordt in tabel 3 een overzicht gegeven van de hiervoor omschreven uit te voeren lascontroles.

Tabel 3 Overzicht van lascontroles

Gasvoerende leidingen	
Diameter	Inspectie methode
Binnen het gebouw	
< 145 mm	Visueel
> 145 mm	Visueel + 10% röntgenen
Buiten het gebouw	
Alle leidingwerk	Visueel
Vloeistofvoerende leidingen	
Diameter	Inspectiemethode
Binnen het gebouw	
< 60 mm	Visueel
> 60 mm < 145 mm	100% röntgenen
> 145 mm	Visueel + 10% röntgenen
Buiten het gebouw	
Alle leidingwerk	100% röntgenen

9 Beproeving op sterkte van leidingen

Alvorens een installatie in bedrijf wordt gesteld, respectievelijk na grote reparaties en/of wijzigingen, dient het leidingwerk op sterkte te zijn beproefd. De beproeving dient te worden uitgevoerd zoals omschreven in de 'Regels' onder T 0240/72-12 waarin tevens eisen staan geformuleerd.

- *) Ontbreken de keuringsbewijzen, waaruit blijkt dat de installatie op bovenstaande wijze is beproefd, dan wordt een vervangend programma van wanddiktemeting uitgevoerd.

Tijdens de inspectie (zie hoofdstuk 4) is reeds gecontroleerd aan de hand van de administratie of deze beproeving ook inderdaad heeft plaats gevonden.

In de praktijk blijkt dat dit vrijwel nooit het geval is.

Vaak zijn installaties echter al jaren in bedrijf en hebben bewezen dat zij de werkdruk kunnen weerstaan. Mede op grond daarvan en op grond van de langdurige uit bedrijfsname die een nog uit te voeren beproeving vergt, wordt afpersen in deze gevallen vervangen door een wanddiktemeting programma.

Het wanddikte-meetprogramma dient met behulp van ultrasoononderzoek te worden uitgevoerd, op de volgens de in de 'Regels' in blad T 0202/85-12 omschreven wijze. Op basis van de resultaten van het ultrasoon onderzoek wordt berekend of de leiding voldoende sterk is om de persdruk bij herbeproeving genoemd in de 'Regels' in blad T 0240/72-12 te kunnen weerstaan. Voor de berekening van de vereiste wanddikte wordt ervan uitgegaan dat de leiding is vervaardigd van staal met een treksterkte van 360 Nmm^{-2} , tenzij uit de materiaaltesten blijkt dat staal met een hogere treksterkte is toegepast.

Indien uit de berekeningen volgt dat de leiding de persdruk bij herbeproeving niet zou kunnen weerstaan dan dient het betreffende leidingdeel te worden vervangen.

10 Nader onderzoek

Het nader onderzoek wordt uitgevoerd om vast te stellen of voldoende en correcte appendages zijn aangebracht.

In het 'Drukhoudersbesluit' en CPR-13 is aangegeven, dat naast de constructie van een installatie of vat ook de appendering aan de eisen moet voldoen, zowel wat betreft de omvang als de werking ervan.

Aanwezigheid veerbelaste veiligheid(en)

Gecontroleerd wordt of de op de toegepaste veiligheid aangegeven openingsdruk geschikt is voor toepassing op het betreffende vat. Zo niet, dan dient tot vervanging te worden overgegaan.

Als geen veerbelaste veiligheden zijn aangebracht, dan doen zich twee mogelijkheden voor:

- van het vat is vast te stellen tot welke druk het mag worden toegepast.
In dat geval dient de veiligheid alsnog te worden aangebracht.
- het is niet mogelijk de toegestane werkdruk te achterhalen.
In dergelijke gevallen dient het vat hydraulisch te worden afgeperst. Het vat dient daartoe te worden afgeblind. Als beproevingsdruk zal gelden 1,4 maal de maximaal toegestane werkdruk die wordt gehanteerd voor het systeem.
Indien het vat deze druk kan weerstaan, dan zal een veerbelaste veiligheid, ingesteld op de maximaal toegestane systeemdruk, worden gemonteerd.

Gecontroleerd wordt tevens of **de afblaasveiligheden periodiek (iedere 2 jaar) worden verwisseld en beproefd**. Revisie en opnieuw afstellen zijn daarbij noodzakelijk.

***) Gecontroleerd wordt of het afblaassysteem is beschermd tegen inregenen en uitmondt op een veilige plaats.**

Is dat niet het geval, dan dient het als zodanig te worden uitgevoerd. In verband met dispersieverschijnselen dient de uitstroomopening vertikaal omhoog te zijn gericht. Gedacht kan worden aan een bocht in de afvoerleiding met een vaste aftap aangesloten aan het laagste punt.

Gecontroleerd wordt of **niveau-indicatie is aangebracht**.

Wanneer een vat vloeistof kan bevatten, dient het voorzien te zijn van adequate niveaumeting. Indien geconstateerd wordt dat deze niet is aangebracht, dan moet hier alsnog in worden voorzien.

Opmerking: vaak wordt gebruikt gemaakt van ongeïsoleerde standpijpen. Het momentane niveau in het vat wordt zichtbaar door ijsvorming op het gedeelte van de pijp, dat gevuld is met vloeistof. Deze methode heeft het nadeel, dat snelle niveaufluctuaties niet zichtbaar zijn.

Afhankelijk van de toepassing van het vat zal daarom soms tevens een peilglas aangebracht dienen te worden. Aanbevolen wordt het toepassen van, tegen uitstroming in geval van breuk beveiligde, hogedruk peilglazen.

Standpijpen zijn veelal vervaardigd van ferritisch materiaal. Door condensvorming op de pijp ontstaat veelal ernstige corrosie ter plaatse van het normale niveau. In zulke gevallen worden wanddiktemetingen voorgeschreven.

Wanneer de uitslag van de metingen hiertoe aanleiding geeft, zal de betreffende pijp dienen te worden vervangen. Tevens wordt aanbevolen de nieuw aan te brengen standpijp dan te vervaardigen van austenitisch staal.

Gecontroleerd wordt of **de voorgeschreven manometer is aangebracht**. Indien geen manometer is aangebracht, dan zal dat alsnog moeten gebeuren. Op deze manometer dient met behulp van een rode merkstreep de maximaal toegestane werkdruk te zijn aangegeven.

11 Vastleggen van de resultaten van de keuring en het periodiek onderzoek

Verklaring van goedkeuring van de installatie

Wanneer de keuring is uitgevoerd en de installatie is in orde bevonden dan geeft de keuringsinstantie een verklaring dienaangaande af.

Eigen verklaring

De 'Eigen verklaring' is een verklaring van goedkeuring behorend bij leidingen en vaten.

De tekst en de inhoud van de verklaring voldoen aan artikel 16 van de Stoomwet, aangepast voor deze specifieke toepassing.

Alle met betrekking tot de keuring gebruikte documenten, zoals in dit plan van aanpak genoemd, zoals een exemplaar van het inspectierapport, het controleboek, B.O.B.'s, 'Eigen verklaringen', de verklaring van goedkeuring, lasfoto's en tekeningen, worden door het bedrijf bij de installatie bewaard.

Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO**Eigen verklaring (Vat)**

Hierbij verklaart de door de Milieu-inspecteur van de
.....
met het onderzoek belaste functionaris,
dat het hierna omschreven drukvat is onderzocht en gekeurd
conform het plan van aanpak
voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande
NH₃-koelinstallaties,

TNO-rapport ref.nr. 93-145, juli 1993

Omschrijving van het drukvat

In het verleden gekeurd	Ja/Nee	
Reg. nr.	Instantie	
Gassoort	Ammoniak NH ₃	Inhoud..... m ³
Toelaatbare bedrijfsdruk	 bar	Bedrijfs- temperatuur °C

En dat is vastgesteld dat het vat onder de toelaatbare bedrijfsdruk en temperatuur, zal voldoen aan de gestelde eisen.

Het drukvat heeft een/geen aangelaste ondersteuning.

De afmetingen van en de aansluitingen op het drukvat zijn zoals aangegeven op de bij deze verklaring behorende constructietekening(en).

Tekening nummer Revisie d.d.

Het vat is vervaardigd door

Land van herkomst

Bouwjaar van het vat

Apeldoorn, d.d.

Vat gecontroleerd door

Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO**Eigen verklaring (leiding)**

Hierbij verklaart de door de Milieu-inspecteur van de
.....
met het onderzoek belaste functionaris,
dat het hierna omschreven leidingwerk is onderzocht en gekeurd
conform het plan van aanpak
voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande
NH₃-koelinstallaties,

TNO-rapport ref.nr. 93-145, juli 1993

Omschrijving van het leidingwerk

Gassoort	Ammoniak NH ₃	Toelaatbare bedrijfsdruk bar
Leidingwerk toegepast	☐ Binnen het gebouw	☐ Buiten het gebouw
Aggregatie toestand	☐ Gasvormig ☐ Vloeistof	
Leidingnummer		
Leidingdiameter mm		
Bedrijfstemperatuur °C		
P&ID tekening nummer.....		
Firma.....		
Datum		
Revisie		

En dat is vastgesteld dat de leiding voldoet aan de in dat document gestelde eisen.

Apeldoorn, d.d.....

Leidingwerk gecontroleerd door.....

Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO**Verklaring van goedkeuring van de installatie**

Hierbij verklaart de door de Milieu-inspecteur van de

 met het onderzoek belaste functionaris,
 dat de hierna omschreven installatie is onderzocht en gekeurd
 conform het plan van aanpak
 voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande
 NH₃-koelinstallaties,

TNO-rapport ref.nr. 93-145, juli 1993

Type installatie	Koelinstallatie Vriesinstallatie IJSwaterinstallatie
Koelmedium	Ammoniak NH ₃
Maximaal toelaatbare bedrijfsdruk bar	Toegestane minimale bedrijfstemperatuur °C
P&ID tekening nummer	
Firma	
Datum	
Revisie	
De installatie staat opgesteld te	
Straat	
Eigenaar/beheerder	

En dat op grond van de uitgevoerde controles, een gerechtvaardigd vertrouwen bestaat dat de installatie voldoet aan de in dat document gestelde eisen.

Apeldoorn, d.d.

De met de keuring belaste functionaris.....

12 Verantwoording

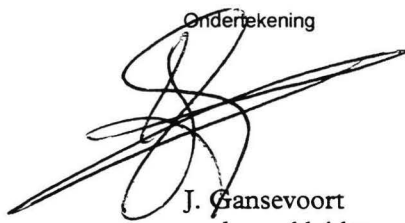
Naam en adres van de opdrachtgever
Niet van toepassing

Namen en functies van de medewerkers
J. Gansevoort, projectleider
H. Koffijberg, projectmedewerker

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed
Niet van toepassing

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad
maart - juli 1993

Ondertekening



J. Gansevoort
onderzoekleider

Goedgekeurd door



Ir. M.H. Brascamp
werkgroep leider, IV.MOV



Ir. R.J.M. van Gerwen
werkgroep leider WKT.KT

Bijlage 1 Procescondities en dispersieberekeningen

In figuur 1 is schematisch de installatie weergegeven waarop dispersieberekeningen zijn toegepast, teneinde op verantwoorde wijze eventueel afwijkende voorstellen ten opzichte van de 'Regels' te kunnen aangeven. De in de figuur aangegeven leidingdiameters en procescondities worden in de praktijk veelal aangetroffen. Voor de uitgangscondities en voor wat betreft de (automatische) systeemreacties wordt verwezen naar bijlage 2.

Voor de dispersieberekeningen is een onderscheid gemaakt of de leidingen binnen een gebouw (risico-omgeving indirect), respectievelijke buiten het gebouw (risico-omgeving direct) zijn aangebracht.

1 Leidingen binnen het gebouw (risico-omgeving indirect)

Met betrekking tot lekkages kan voor deze leidingen de volgende onderverdeling gemaakt worden:

- Uitstroming ammoniak als gas.
- Uitstroming ammoniak als damp.
- Tweefasen uitstroming.
- Vloeistof uitstroming.

Hierna worden de tot de diverse sub-groepen behorende leidingen nader aangegeven.

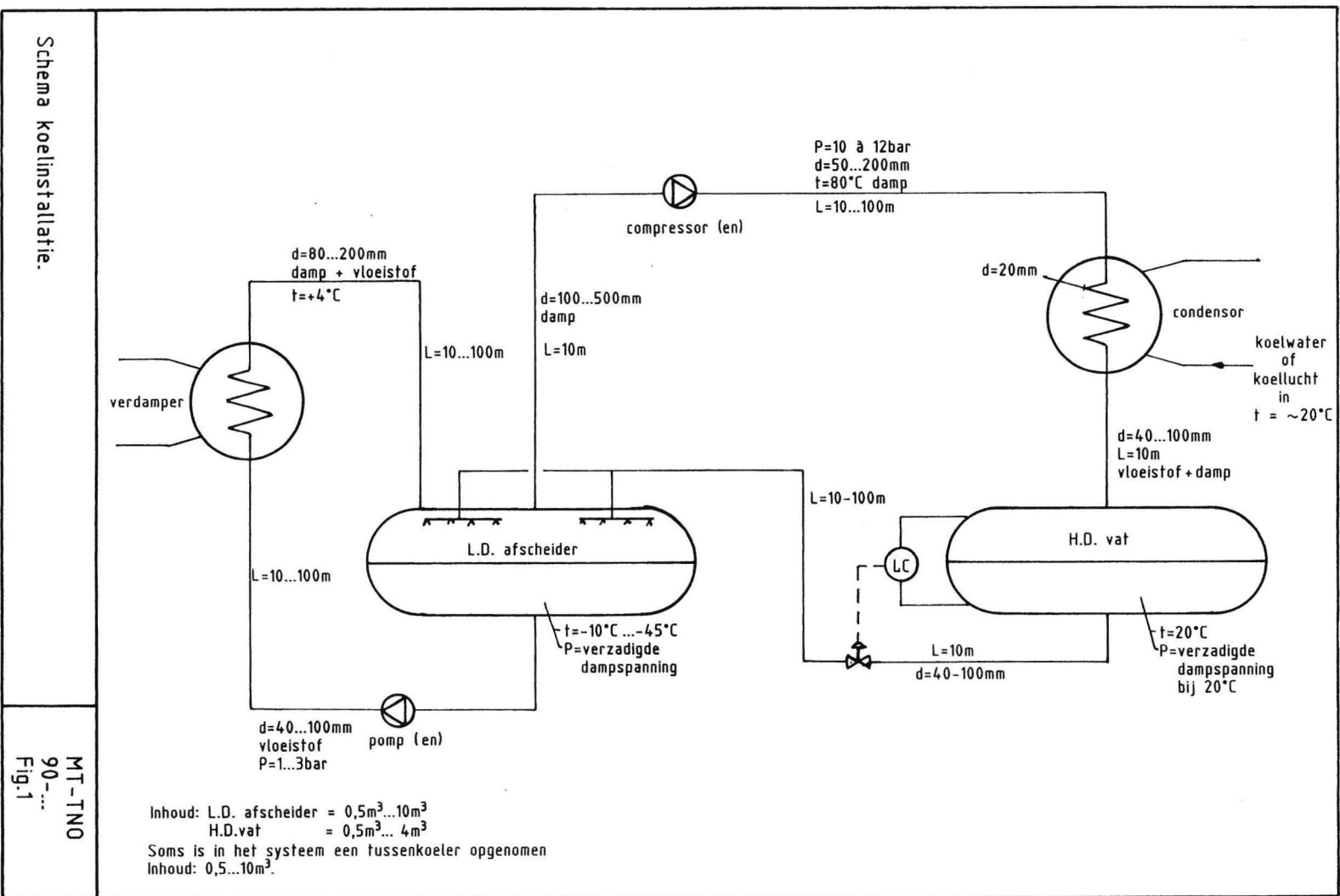
1.1 De persleiding van compressoren (uitstroming ammoniak als gas)

Gegevens benodigd voor de berekening voor de persleiding van de compressor naar de condensor:

Diameter uitstroomopening 60 mm, bijbehorend oppervlak bedraagt 2826 mm². Scheurvorming kan hier plaatsvinden; het gekozen oppervlak 60 mm² is echter gering en kan worden verwaarloosd.

De persdruk van de compressor 12 bar. De temperatuur bedraagt 80 °C.

De inhoud van de leiding zal in zijn geheel vrijkomen, aangevuld met de maximum capaciteit van de compressor(en). Dit laatste kan dus variëren. Daarom wordt hiervoor een vat met ammoniakgas onder een druk van 12 bar en een volume van 10 m³, dat geheel leegstroomt, verondersteld. Uit de berekening valt op te maken dat hoewel de bronsterkte groot en de uitstroomduur kort is, reeds na 28 seconden de uitstroomhoeveelheid gedaald is onder de kritische waarde. In feite is deze benadering niet correct. Indien de breuk niet wordt waargenomen pompt de compressor ammoniakdamp naar de machinekamer tot het afschakelniveau 800 ppm is bereikt, of totdat de druk is gedaald beneden de afschakeldruk van de zuigdrupressostaat, dat wil zeggen de druk in de afscheider. De uitstroomduur zal daarom in de praktijk korter zijn. Berekeningen geven aan dat 10 seconden mag worden aangehouden.



Figuur 1 Schema koelinstallatie

Dat de beginsterkte hoog is, wordt veroorzaakt door het leegstromen van de persleiding. Deze is in enkele seconden drukloos, mits in de afvoer van de condensor naar het hogedrukvat een terugslagklep wordt voorgeschreven, anders zal de inhoud van het hogedrukvat uitdampen in de machinekamer. Ditzelfde geldt wanneer meerdere compressoren op een verzamelleiding zijn aangesloten en de diameter van de afzonderlijke persleidingen < 60 mm. Dan moet ter voorkoming van terugstroming in de persleidingen een terugslagklep geplaatst worden direct voor de aansluiting op de verzamelleiding.

Uit de dispersieberekening volgt dat dan deze calamiteit niet bijdraagt aan het risico.

1.2 Zuigleidingen van compressoren (uitstroming ammoniak als damp)

De zuigleiding van compressoren heeft veelal een diameter groter dan 100 mm, zodat hier uitsluitend scheurvorming behoeft te worden verondersteld. Gezien de geringe uitstroming en de opmenging, die binnen het gebouw plaatsvindt, draagt dit niet bij aan het risico voor de omgeving.

1.3 Vloeistofuitstroming

Vloeistofvoerende ammoniakleidingen zijn in het geval van koel- en vriesinstallaties de leidingen van de afscheider(s) naar de verdamper(s) alsmede de aansluiting van het hogedrukvat op de afscheider.

Wanneer een tweetraps koelsysteem wordt toegepast (met tussenkoeler), dan maakt tevens de aansluiting van de tussenkoeler naar de afscheider hiervan deel uit.

Breuk in dergelijke leidingen heeft vrij ernstige gevolgen. De uitstromende vloeistof zal tengevolge van flashen en het onttrekken van warmte uit de vloer en de omgeving verdampen. Het duurt een bepaalde tijd, afhankelijk van de grootte van de ruimte waar de lekkage optreedt, alvorens de automatische afschakeling in werking treedt.

In de produktiehal

Voor deze leiding wordt volledige breuk verondersteld, diameter 60 mm. De uitstroomdruk bedraagt dan, de druk heersend in de afscheider, vermeerderd met 3 bar, zijnde de opvoerhoogte van de pomp. De uitstroming vindt plaats tot de afschakelwaarde is bereikt, of tot het personeel heeft ingegrepen.

In het geval van vriesinstallaties zijn de vriescellen en de invriesinstallaties in de produktiehal opgesteld. De produktiehal heeft veelal zeer grote afmetingen, meestal in de orde van $200 \times 100 \times 10$ m³. Het zal dan ook noodzakelijk zijn op diverse plaatsen ammoniakdetectie te installeren. De ventilatie vindt veelal plaats via het dak. De ventilatie-opening kan gelijkgesteld worden aan het oppervlak berekend met de formule $A = 0,14 M^{1/2}$ voor natuurlijk ventilatie van de machinekamer waarin

A = de totale vrije doorlaat in m²

M = de totale vulling van het koelsysteem in kg koudemiddel.

Voor de uitstroomtemperatuur is de meest ongunstige waarde gehanteerd van -10 °C.

Uit uitstroomberekeningen en homogeen opmengen in zo'n ruimte blijkt dat de tijd

benodigd voor het bereiken van de afschakelwaarde zodanig is dat het systeem in zijn geheel zal zijn leeggepompt, alvorens de beveiliging zal reageren.

De bronsterkte vanuit de ventilatie-openingen is daarbij dusdanig laag dat de omgeving geen risico loopt.

In de machinekamer

Van de afscheider naar de verdamper

Voor deze leiding wordt volledige breuk verondersteld, diameter 60 mm. De leiding kan zowel vóór als na de pomp afbreken. Voor het scenario wordt breuk na de pomp verondersteld. De uitstroomdruk bedraagt dan de druk heersend in de afscheider, vermeerderd met 3 bar, zijnde de opvoerhoogte van de pomp. De uitstroming vindt plaats tot de afschakelwaarde 800 ppm is bereikt. In de praktijk zal de uitstromende hoeveelheid geringer zijn. Een veel toegepaste vuistregel is 1,5 maal de maximale capaciteit van de pomp. Ook zal de plaats van de breuk en daarmee de leidinglengte en de leidingweerstand een rol spelen. Daar echter deze grootheden niet bekend zijn, wordt voor de benadering 1,5 maal de pompcapaciteit gekozen. Behalve de leiding kan ook de afscheider leegstromen, wanneer deze niet zou worden ingeblokt. Nadat de vloeistofzijde automatisch is ingeblokt, zal nog dampuitstroming vanuit de afscheider plaatsvinden, veroorzaakt door omkering van de stroming. Voorgesteld wordt in deze leiding een terugslagklep voor te schrijven voor leidingdiameters kleiner dan 60 mm, om dit tegen te gaan. Wanneer meerdere verdampers op een verzamelleiding zijn aangesloten en de diameter van de afzonderlijke leidingen < 60 mm, dient in de afvoerleidingen van de afzonderlijke verdampers een terugslagklep te worden geplaatst direct voor de aansluiting op de verzamelleiding.

Uit berekeningen volgt dat mits de correcte beveiligingsmaatregelen wordt toegepast geen risico voor de omgeving ontstaat.

Van hogedrukvak naar de afscheider

In deze leiding is geen pomp opgenomen. In geval van breuk zal dus vloeistof uitstromen onder de druk heersend in het hogedrukvak, verzadigde dampspanning bij 20 °C. De uitstroming vindt plaats tot de afschakelwaarde 800 ppm is bereikt, waarna de isoleerafsluiters zullen sluiten. In geval van breuk van deze leiding zal ook terugstroming vanuit de afscheider plaatsvinden. Voorgesteld wordt ook in deze leiding een terugslagklep voor te schrijven voor leiding diameters kleiner dan 60 mm.

Er zijn uitstroomberekeningen uitgevoerd voor scheurvorming in deze leiding, scheuroppervlak 60 mm². Voor scheurvorming is dit de ongunstigste plaats gezien de hoge druk. Berekend is scheurvorming vóór de niveau regelklep dus met vloeistofuitstroming. De uitstromende hoeveelheid bedraagt 1,4 kg sec⁻¹ waarvan 0,3 kg sec⁻¹ verdampt. De uitstroming vindt plaats tot de afschakelwaarde 800 ppm is bereikt, waarna de isoleerafsluiters zullen sluiten.

Uit de berekening volgt dat hierdoor geen risico voor de omgeving ontstaat.

Van tussenkoeler naar afscheider

Wanneer in het systeem een tussenkoeler is opgenomen, geldt in feite hetzelfde als genoemd onder 'van hogedrukvat naar afscheider' met dien verstande dat de uitstroomdruk lager is. Aangehouden kan worden: verzadigde dampspanning bij $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2 Leidingen buiten het gebouw (risico-omgeving direct)

Ook deze leidingen kunnen worden onderverdeeld naar het type uitstroming in geval van lekkages, te weten:

- Uitstroming ammoniak als gas.
- Uitstroming ammoniak als damp.
- Tweefasen uitstroming.
- Vloeistof uitstroming.

Ammoniakvoerende leidingen buiten het gebouw zijn in het geval van koel- en vriesinstallaties de verbindingsleidingen van de compressor(en) naar de luchtgekoelde condensor(s), de condensorpijpen en de afvoer van de genoemde condensors naar het hogedrukvat dat veelal in de machinekamer is opgesteld. Vaak worden ook de verbindingsleidingen naar de produktiehal en de vriescellen buiten het gebouw aangebracht. Tevens moet de afblaas van de veerbelaste veiligheden als zodanig gezien worden, omdat deze immers buiten het gebouw uitmondt.

2.1 De persleiding van de compressor (uitstroming ammoniak als gas)

Gegevens benodigd voor de berekening voor de persleiding van de compressor naar de condensor:

Diameters uitstroomopening 60 mm, bijbehorend oppervlak bedraagt 2826 mm^2 . Scheurvorming kan hier plaatsvinden. Het gekozen oppervlak 60 mm^2 is echter veel geringer dan de doorlaatopening van de veiligheden die veelal 490 mm^2 bedraagt. Persdruk van de compressor 12 bar. De temperatuur bedraagt $80\text{ }^{\circ}\text{C}$. De inhoud van de leiding zal in zijn geheel vrijkomen, aangevuld met de maximum capaciteit van de compressor(en). Dit laatste kan dus variëren. Daarom wordt hiervoor een vat met ammoniakgas onder een druk van 12 bar en een volume van 10 m^3 , dat geheel leegstroomt, verondersteld. Uit de berekening valt op te maken dat hoewel de bronsterkte groot de uitstroomduur kort is. Reeds na 28 seconden is de uitstroomhoeveelheid gedaald onder de kritische waarde. In feite is deze benadering niet correct, immers indien de breuk niet wordt waargenomen, pompt de compressor de ammoniakdamp naar buiten, totdat de druk is gedaald beneden de afschakeldruk van de zuigdrukpersostaat, dat wil zeggen de druk in de afscheider. De uitstroomduur zal daarom in de praktijk korter zijn. Berekend is ongeveer 10 seconden. Dat de beginbronsterkte zo hoog is, wordt tevens veroorzaakt door het leegstromen van de persleiding. Deze is in enkele seconden drukloos, mits in de afvoer van de condensor naar het hogedrukvat een terugslagklep wordt voorgeschreven. In dat geval zal het uitstromende gas zich gedragen als een licht gas, zodat de omgeving hiervan nauwelijks hinder zal ondervinden.

Het bewaken van de leiding met behulp van ammoniakdetectie lijkt niet haalbaar. Wanneer de gevolgen door de hinderwetautoriteiten ondanks het voorgaande, toch niet zouden worden geaccepteerd, kan ter bewaking een beveiliging worden aangebracht.

Een mogelijkheid hiervoor is: minimum drukbeveiliging die de compressoren afschakelt.

2.2 De luchtgekoelde condensor (uitstroming als gas en als damp)

De pijpdiameter van de condensorpijpen van een luchtgekoelde condensor bedraagt veelal ongeveer 20 mm. In geval van pijpbreuk bedraagt de uitstromende hoeveelheid 0,4 kg/sec. bij een druk van 12 bar en een temperatuur die kan variëren van 80 °C tot 20 °C. Het uitstromende gas zal zich gedragen als een licht gas. Deze hoeveelheid wordt verdubbeld doordat ook vanaf de uitlaatzijde uitstroming plaatsvindt. Dit uitstromende gas zal zich gedragen als damp.

Totaal bedraagt de uitstromende hoeveelheid dus 0,8 kg/sec. Aangenomen kan worden dat de druk in de persleiding nauwelijks zal dalen en de bron dus als continu dient te worden beschouwd. De uitkomst van berekeningen geeft aan dat de omgeving hierdoor geen risico ondervindt.

2.3 De verbindingsleiding van de condensor naar het hogedrukvat (tweefasen uitstroming)

Door deze leiding stroomt zowel vloeibaar ammoniak als ammoniak in dampvorm. In geval van breuk zal naast uitstroming vanaf de condensor tevens terugstroming vanuit het hogedrukvat plaatsvinden. Aangenomen mag worden dat gedurende een korte tijd (enkele seconden) een gedeelte vloeibaar ammoniak uitstroomt. Daarna zal alleen ammoniak in dampvorm vrijkomen. Daar ook nu de uitstroming vanaf de condensor weer afhankelijk is van de capaciteit van de compressoren worden deze voor de uitstroomberekening benaderd door een tank van 10 m³. De uitstroomtemperatuur bedraagt 20 °C. Voor het eerder afschakelen van de compressoren geldt dezelfde opmerking als onder § 2.1. Ook het terugstromen vanuit de hogedruktank geeft, zoals uit berekening blijkt, een groot aandeel. Dit vat zal geheel leegdampen, tenzij ook hier een terugslagklep wordt voorgeschreven.

Uit de dispersieberekeningen blijkt dat in de huidige uitvoering dit leidinggedeelte een gevaarlijk deel van de installatie is.

Wanneer in de afvoer van de condensor naar het hogedrukvat direct voor het hogedrukvat een terugslagklep wordt voorgeschreven, voor leidingen tot een diameter van 60 mm, dan zal terugstroming tengevolge van breuk worden voorkomen. Voor leidingen > 60 mm wordt scheurvorming verondersteld. Een terugslagklep zal dan niet functioneren.

Bij toepassing en correcte werking van de voorgestelde beveiligingen zal geen risico voor de omgeving ontstaan.

2.4 Het afblazen van een veerbelaste veiligheid naar de omgeving (uitstroming ammoniak als damp)

In een ammoniakkoelsysteem worden een aantal veerbelaste veiligheden toegepast. Deze monden uit (behoren uit te monden) via een centraal afblaassysteem op ongeveer 10 m boven het maaiveld. Voor de berekeningen wordt een afblaasdruk van 13.42 bar (35 °C) en een doorlaatopening van 25 mm verondersteld. Het aangehouden volume ammoniak in het vat is 4 m³, de vatinhoud 10 m³. De bronsterkte bedraagt dan 1,1 kg/sec, gedurende 40 seconden. De druk in het vat is dan reeds weer tot beneden de sluitdruk gedaald.

Uit de dispersieberekening volgt dat voor de omgeving geen risico ontstaat.

Ook is het effect berekend van het afblazen van een veerbelaste veiligheid op de persleiding van een compressor, aangesloten op de olie-afscheider respectievelijk op de inlaatheader van een condensor. De gegevens bedragen hier 14 bar, 80 °C, doorlaat 25 mm, bronsterkte 1,1 kg/sec, gedurende 10 seconden en kan daarom verwaarloosd worden.

Zoals reeds eerder aangegeven is het scheuroppervlak een fractie van het doorstroomoppervlak van de veiligheden. Hiervoor zijn daarom verder geen berekeningen uitgevoerd.

2.5 Vloeistofuitstroming

Uit dispersieberekeningen kan worden afgeleid dat in geval van breuk van vloeistofvoerende leidingen buiten het gebouw de risico's voor de omgeving ontoelaatbaar hoog zijn. Dit geldt ook voor leidingen < 60 mm. Het blijkt dat het weinig zin heeft een ondergrens voor leidingen vast te stellen temeer daar de ondergrond waarop de ammoniak uitstroomt onbekend is.

3 Conclusies

3.1 Conclusies met betrekking tot leidingen binnen het gebouw

- Het aanbrengen van minimum-drukbeveiliging op de persleiding, tot diameter 60 mm, van compressoren is aan te bevelen.
- Het aanbrengen van een terugslagklep in de verbindingsleiding van de condensor naar het hogedrukvat is, tot een diameter van 60 mm, gewenst.

Indien de correcte beveiligingen worden aangebracht dragen deze leidingen niet bij tot een risico voor de omgeving.

3.2 Conclusies met betrekking tot leidingen buiten het gebouw

- Het aanbrengen van minimum-drukbeveiliging op de persleiding van compressoren, tot een diameter van 60 mm, is aan te bevelen.
- Het aanbrengen van een terugslagklep in de verbindingsleiding van de condensor naar het hogedrukvat is, tot een diameter van 60 mm, gewenst.
Dit leidinggedeelte moet ongeacht de diameter volledig worden gecontroleerd.
Opmerking: de minimum diameter aangegeven in de 'Regels' moet hier niet van toepassing worden verklaard.
- Het afblazen van veerbelaste veiligheden naar de atmosfeer vormt (mits correct aangebracht) geen gevaar voor de omgeving.
- Vloeistofvoerende leidingen moeten ongeacht de diameter volledig worden gecontroleerd.
- Breuk of scheurvorming in gasvoerende leidingen draagt niet bij aan de risico's voor de omgeving.

Bijlage 2 Gehanteerde uitgangscondities voor de bronsterkteberekeningen

Zoals reeds aangegeven zijn dispersieberekeningen uitgevoerd ten-einde op verantwoorde wijze afwijkende voorstellen ten opzichte van de 'Regels' te kunnen aangeven. De voor deze berekeningen gehanteerde uitgangscondities worden hierna omschreven.

1 Gevaarseigenschappen van ammoniak

De 'Regels'

Ammoniak behoort volgens de 'Regels' te worden ingedeeld in een gevarengroep, volgend uit blad G 0701/83-12.

Qua brandindex N_f klasse 1

Qua brandbaarheid en explosiegrenzen N_t klasse 4.

Qua giftigheidsindex N_h klasse 3.

De klasse-indeling is van belang voor de eisen die aan een systeem gesteld worden.

CPR-13

CPR-13 geeft in tabel 1 voor de gevaarseigenschappen van ammoniak de volgende waarden aan:

- De reukdrempel van ammoniak bedraagt 5 ppm.
- De MAC-waarde bedraagt 25 ppm.
- Boven 50 ppm ontstaat licht irritatie, men kan echter aan deze dosis gewennen.
- Boven 100 ppm ontstaat prikkeling van luchtwegen en slijmvliezen.
- Bij waarden hoger dan 3.500 ppm wat overeenkomt met 0,35% (V/V) is de concentratie na korte blootstellingstijd dodelijk.

De in NEN-3380 genoemde afschakelwaarde binnen het gebouw van 1% (V/V) of 10.000 ppm is in feite niet hanteerbaar voor de beveiliging van het personeel. Dit geldt ook voor de in CPR-13 genoemde waarden. Daarom wordt in het plan van aanpak een waarde van 800 ppm als afschakelcriterium gehanteerd.

2 Uitstroomtijden

Uitstroomtijden zijn afhankelijk van het al dan niet bewaakt zijn van de installatie.

Installatie continu in bedrijf

Ammoniakdetectie aanwezig

Alarm bij 100 ppm. Afschakelen automatisch bij concentratie in de machinekamer 800 ppm.

Wanneer continu personeel aanwezig is, dan is de tijd tussen alarm en ingrijpen door personeel 10 minuten (aangenomen waarde).

Is echter het personeel alleen in dagdienst aanwezig, dan geldt de berekende tijd voor concentratie in de machinekamer 800 ppm.

Geen ammoniakdetectie aanwezig

Uitstroomtijd 20 minuten, indien personeel continu aanwezig.

Is het personeel niet continu aanwezig, uitstroomtijd gelijk aan de tijd voor volledig leegstromen, respectievelijk uitdampen tot druk atmosferisch.

Installatie alleen gedurende de dagdienst uren in bedrijf

Ammoniakdetectie aanwezig

Alarm bij 100 ppm. Afschakelen automatisch bij concentratie in de machinekamer 800 ppm.

Het personeel is alleen in dagdienst aanwezig, dus geldt de berekende tijd voor concentratie in de machinekamer 800 ppm.

Geen ammoniakdetectie aanwezig

Uitstroomtijd gelijk aan de tijd voor volledig leegstromen, respectievelijk uitdampen tot druk atmosferisch.

3 Uitstroomopening

Als maximale uitstroomopening voor leidingen wordt 2.826 mm² gehanteerd. Dat wil zeggen leidingen tot een diameter van 60 mm worden verondersteld te kunnen afbreken, guillotinebreuk.

4 Oppervlak scheuren

De drukken in het systeem zijn laag, scheurpropagatie behoeft niet te worden verwacht. Daarom oppervlakte scheur $60 \times 1 \text{ mm}$ is dus 60 mm^2 .

5 Fysische parameters

In figuur 1 bijlage 1 is schematisch een NH_3 -systeem weergegeven. In de figuur zijn de ter plaatse heersende drukken, temperaturen, leidinglengtes en diameters, alsmede de inhoud van vaten toegepast voor de berekeningen aangegeven. De toegepaste waarden zijn gekozen op grond van ervaring. Wanneer in de toekomst sterk afwijkende systemen worden gekeurd, dan zullen de voor die systemen geldende waarden worden gehanteerd.

6 Te volgen werkwijze voor de berekening van de bronsterkte

Allereerst wordt de bronsterkte bepaald, die verantwoordelijk is voor 1% letaliteit in geval van 10 minuten blootstelling, op respectievelijk 100 m, 200 m en 500 m afstand van het gebouw.

Hierbij wordt de meest ongunstige weerklasse verondersteld, namelijk weerklasse F2. De gevonden waarden worden als maximum voor calamiteiten buiten het gebouw gehanteerd en mogen niet worden overschreden.

Tevens wordt met behulp van dezelfde waarde de concentratie van ammoniakdamp aanwezig binnen het gebouw die hiervoor verantwoordelijk kan zijn, bepaald.

Deze berekening wordt uitgevoerd rekening houdend met het toe te passen type ventilatie. Voor de berekening van de ventilatorcapaciteit in geval van toepassing van geforceerde ventilatie, wordt gebruik gemaakt van de formules voor de ventilatie van de machinekamer aangegeven in CPR-13.

In de beschouwing wordt het aanbrengen van een scrubber-installatie in de afvoeropening bij geforceerde ventilatie opgenomen.

Opmerking:

Uit proefnemingen is gebleken dat maximaal 80% van de ammoniakdamp kan worden uitgevangen, voor de praktijk wordt 70% aangehouden.

Bijlage 3 Vergelijking van het plan van aanpak TNO met de werkwijze volgens de Regels voor Toestellen Onder Druk

Werkwijze volgens de 'Regels'	Plan van aanpak TNO
Hinderwet Regels (Drukhoudersbesluit)	Hinderwet en personeel Regels (Drukhoudersbesluit): Soms zwaarder soms lichter. CPR-13 en Risico-analyse
Drukken en temperaturen	Drukken en temperatuur en toxiciteit Detectie en beveiligingen
Geen extra aanvullingen	Voortvloeiend uit risico-analyse: Scrubberinstallatie Minimum drukbeveiliging compressoren Terugslagklep in verbindingsleiding van condensor naar hogedrukvat. Terugslagklep in verbindingsleiding van verdamper naar afscheider
Vaten > 50 liter	Vaten > 50 liter
Nieuwbouwkeuring Alleen herkeuringen indien in het verleden gekeurd	Geen nieuwbouwkeuring vaten door Keuringsdienst Mogelijkheid van afwijkingen, onderzoeksmogelijkheid om langs een omweg toch tot keuring te kunnen overgaan. Met behulp van niet-destructief onderzoek vaststellen of aan de eisen wordt voldaan
Altijd inwendige inspectie	Geen inwendige inspectie noodzakelijk
Mangat noodzakelijk	Mangat hoeft niet per definitie aanwezig te zijn
Materiaalspecificaties aanwezig	Alleen materiaalspecificaties indien temperatuur < -20 °C
Stempelplaat	Ook buitenlandse keuringen respectievelijk fabriekskeuringen geldig als uitgangspunt
Veiligheden aanwezig Iedere twee jaar revisie en afstellen	Veiligheden aanwezig Iedere twee jaar revisie en afstellen Controle plaats afblaaspunt
Manometer	Manometer
Niveau meetinrichtingen	Niveau meetinrichtingen

Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties

Werkwijze volgens de 'Regels'	Plan van aanpak TNO
Leidingen Gas (omgeving geen effect) < 145 geen > 145 keuren Vloeistof (binnen) omgeving geen effect < 60 mm geen > 60 < 145 10% keuren > 145 10% keuren Vloeistof (buiten) risico omgeving < 145 geen > 145 10% keuren Materiaalonderzoek Controle bevestigingen	Leidingen Gas (omgeving geen effect) < 145 Binnen visuele inspectie Buiten geen > 145 Binnen visuele inspectie + aanvullende indruk vakmanschap (kleine steekproef) Buiten geen Vloeistof (binnen) omgeving geen effect < 60 mm visuele inspectie > 60 < 145 100% lascontrole > 145 visuele inspectie indruk vakmanschap lascontrole 10% Vloeistof (buiten) risico omgeving Alle afmetingen 100% röntgenen Alleen materiaalonderzoek < -20 °C Controle bevestigingen

Bijlage 4 Door TNO te volgen werkwijze en de daaraan verbonden financiële verplichtingen voor de opdrachtgever indien TNO wordt gevraagd op te treden als keuringsinstantie

Stap 1 Overleg over de aanwijzing van TNO als keuringsinstantie

- a. Bedrijf neemt contact op met TNO, eventueel na overleg met het bevoegd gezag.
- b. TNO zendt aan het bedrijf:
 - dit procedure document,
 - de brochure 'Plan van aanpak voor de keuring van bestaande ammoniakkoelinstallaties'.
- c. Op verzoek van het bedrijf kan het TNO-rapport, ref. nr. 93-145 voor nadere oriëntering worden toegezonden.
Daarvoor wordt een aparte rekening gezonden van f 400,- exclusief BTW.
- d. Het bedrijf beslist in overleg met het bevoegd gezag dat TNO als keuringsinstantie wordt aangewezen.
- e. Bedrijf geeft schriftelijk opdracht aan TNO tot het in fasen uitvoeren van advies-, inspectie- en keuringswerkzaamheden volgens het onderstaande stappenplan.

Stap 2 Inspectie volgens CPR-13

(Stap 2 vervalt als het inspectierapport aanwezig is en de daarin geadviseerde maatregelen zijn uitgevoerd).

- a. TNO oriënteert zich middels een bedrijfsbezoek.
- b. TNO brengt een offerte uit voor het inspecteren van de installatie volgens CPR-13.
De kosten van het bedrijfsbezoek en het opstellen van de offerte zijn in het bedrag van de offerte opgenomen.
Indien deze offerte niet binnen 3 maanden tot een opdracht heeft geleid, worden de kosten die tot dan toe in stap 2 zijn gemaakt apart in rekening gebracht.
- c. TNO voert de inspectie uit.
- d. TNO zendt een eindrekening voor de verrichte werkzaamheden in stap 2.
- e. Bedrijf voert de maatregelen die in het inspectierapport worden geadviseerd uit.

*Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties***Stap 3** Offerte voor nadere keuring

(Het inspectierapport is beschikbaar en de daarin geadviseerde maatregelen zijn uitgevoerd).

- a. Bedrijf zendt inspectierapport en installatietekeningen naar TNO.
- b. TNO geeft een globale kostenschatting voor stap 3.
- c. TNO adviseert mogelijk:
 - bij het opstellen van de hinderwetvoorwaarden,
 - bij het overleg tussen het bedrijf en het bevoegd gezag,
 - de installateur op verzoek van het bedrijf,
 - over hoe te handelen als het inspectierapport of de installatie niet aan CPR-13 voldoen.
- d. TNO stelt het gedetailleerde plan van aanpak op voor nadere keuring van de betreffende installatie op basis van TNO-rapport, ref. nr. 93-145.
- e. TNO brengt de offerte uit voor de nadere keuring van de installatie.

De kosten voor de verrichte werkzaamheden in stap 3 worden in het bedrag van de offerte opgenomen.

De kosten van voorgesteld röntgenologisch onderzoek vallen buiten de offerte. Deze zullen rechtstreeks door het bureau dat het röntgenologisch onderzoek verricht, met het bedrijf worden afgerekend.

Indien deze offerte niet binnen 3 maanden tot een opdracht heeft geleid, worden de kosten van stap 3 apart in rekening gebracht.

Stap 4 Uitvoering van de nadere keuring

- a. TNO voert de nadere keuring uit.

De keuring wordt uitgevoerd op basis van het plan van aanpak.

Hulpmiddelen voor het kunnen uitvoeren van de keuring dienen door het bedrijf te worden verzorgd.
- b. TNO stuurt de eindafrekening op basis van de keuringsofferte.

Nadere informatie*Brochure:*

‘Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties’ (gratis).

TNO-rapport:

‘Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties’, ref. nr. 93-145 (f 400,- exclusief BTW).

Het plan van aanpak voor de keuring en periodiek onderzoek van bestaande ammoniakkoelinstallaties

Voor meer informatie:

TNO-Milieu en Energie
Afdeling Warmte- en Koudetechniek (W.K.T.)
Ir. R.J.M. van Gerwen
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn
tel.: 055 - 493172
fax: 055 - 493740