

## **Bijlage N**

### **Rapport explosieveiligheid Testopstelling, Heinekamp BV**



**dr. heinekamp**  
Lab Engineering Benelux

12 mei 2017, Riethoven

# **Waterstof gebruik IPA testopstelling**

**TU Delft Reactor Institute Delft**

Opdrachtgever

**TU Delft Reactor Institute Delft  
Mekelweg 15  
2629 JB Delft**



**dr. heinekamp**  
Lab Engineering Benelux

3	12-5-2017	Aanpassing H2 inhoud	FG	
2	10-5-2017	Aangepast volume waterstof	FG	
1	28-12-2016	Definitief	FG	RG
0	30-11-2016	Ter goedkeuring	FG	
Wijz.	Datum	Omschrijving	Opsteller	Gecontroleerd

© Copyright Heinekamp

*Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder uitdrukkelijke toestemming van de uitgever.*



**dr. heinekamp**

Lab Engineering Benelux

## Inhoud

1. Inleiding.....	4
2. Bedrijfsituatie.....	5
2.1 Locatie opstelling .....	5
2.2 Voeding waterstof .....	5
2.3 Systeem waterstof .....	7
3. Normen en wettelijk kader .....	8
4. Gevarenzone-indeling .....	9
5. Eisen aan aanwezige apparatuur in de zone .....	12
6. Conclusie en aanbevelingen.....	13
7. Bijlagen .....	14
7.1 Bijlage A Producteigenschappen waterstof .....	14
7.2 Bijlage B Berekening waterstof lekkage .....	14
7.3 Bijlage C Relatie tussen zone en apparatuur .....	14
7.4 Bijlage D Kwalificatie tests waterstof systeem.....	15
7.5 Bijlage E Explosieveiligheidsdocument .....	19

## 1. Inleiding

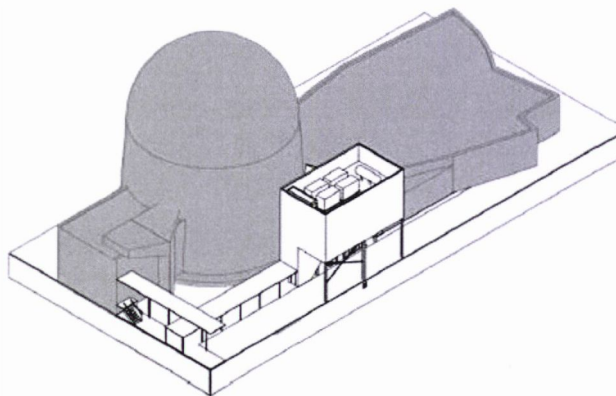
Het Reactor Instituut Delft (RID) investeert in het programma OYSTER (*Optimized Yield - for Science, Technology & Education - of Radiation*), met dit programma zal de Delftse onderzoeksreactor een stuk preciezer en breder inzetbaar worden in het onderzoek, waarmee de reactor nog beter kan voldoen aan vragen vanuit de wetenschappelijke wereld en vanuit de markt.

Voor het OYSTER programma wordt een CNS koelgebouw geplaatst, tussen de bestaande reactor en het utiliteitsgebouw. Dit is de IPA testopstelling en bevat een koude loop die getest wordt onder bedrijfscondities.

Het RID heeft dr. Heinekamp Benelux B.V. (DH) de opdracht verstrekt om advies uit te brengen over een mogelijke gevarenzone-indeling als gevolg van de in de loop toegepaste waterstof en de consequenties hiervan. Het advies richt zich alleen op het gebruik van de waterstof in de Mock-up opstelling.

In dit rapport wordt allereerst de situatie geschetst van het waterstof gebruik. Vervolgens wordt het wettelijk kader bepaald, waarna gevarenbronnen en de noodzakelijkheid van gevarenzone-indeling worden onderzocht. Waar van toepassing worden eisen aan in een zone geplaatste apparatuur aangegeven. Tot slot worden alle in het rapport getrokken conclusies en gedane aanbevelingen opgesomd.

Afbeelding 1. Isometrische opstelling CNS utilities



## 2. Bedrijfssituatie

### 2.1 Locatie opstelling

Het is de bedoeling om de opstelling aan het koelgebouw te bevestigen. In verband met de bereikbaarheid van de koelinstallatie is gekeken of het ook mogelijk is om de testopstelling aan de andere zijde van het gebouw te monteren.

Deze aanpassing heeft geen invloed op de te nemen maatregelen voor de toepassing van waterstof. Dit om de volgende redenen:

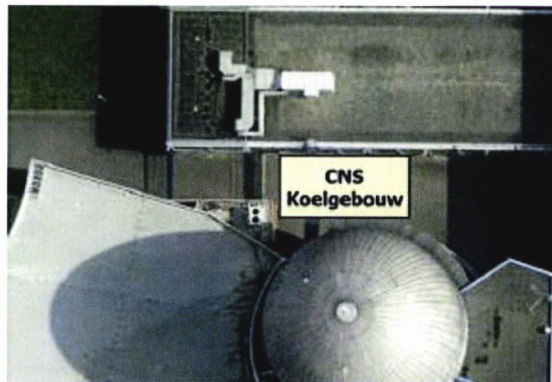
- de hoeveelheid waterstof is zeer gering (1.000 gram);
- het gehele systeem in een niet afgesloten omgeving bevindt;
- de gasfles wordt niet langer dan 240 min. bij de opstelling geplaatst onder beveiligde condities;
- het eventueel gecontroleerd vrijkomen van waterstof wordt zodanig uitgevoerd, dat dit boven het gebouw plaatsvindt.

Eigenschappen waterstof, zie bijlage A en Data sheet bijlage H2

### 2.2 Voeding waterstof

Tussen de reactor en het utiliteitsgebouw wordt een testopstelling gebouwd (zie afbeelding 2). Deze testopstelling wordt voorzien van een waterstof systeem. Dit waterstof systeem heeft een voeding waterstof nodig vanuit een gasfles.

Afbeelding 2. Locatie foto met positie bepaling CNS koelgebouw



De gasfles waterstof (50ltr.) wordt aangesloten op het systeem om een buffer te vullen. Het aansluiten van de gasfles van 200bar (standaard gasfles conform de voorwaarden als beschreven in de VFIG) vraagt een speciale voorziening in een gesloten omkasting (natuurlijk geventileerd) op de begane grond.



**dr. heinekamp**  
Lab Engineering Benelux

De voorwaarden, van de speciale voorziening, welke in de omkasting wordt opgesteld moeten minimaal voldoen aan:

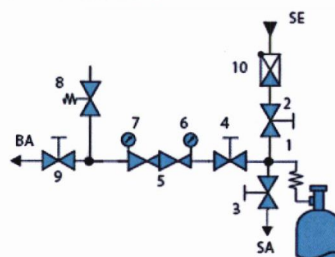
- Materialisatie 316L Klasse-2 kwaliteit gas (5.0-6.0 zuiverheid)
- VCR®- en Orbital®-verbindingstechniek
- Lekdichtheid minimaal  $< 1 \times 10^{-8}$  (helium)
- Bedrijfstemperatuur: -25 tot + 70 °C
- Drukregelstation 1x1 Fl.
- Primair voorzien van een contactmanometer NAMUR principe (chemical safety version DIN 16063, accuracy class 2.5 DIN16005, protection class II 2 G EEx ia IIC T6, PTB 99 ATEX 2219X)
- IngangsfILTER: 10 µm maaswijdte
- Spoel mogelijkheid voor het aansluiten van de gasfles
- Gecertificeerde werkdruk beveiliging op 5barg
- Excess flow valve als doorstroombeveiliging ( $< 10 \text{ NI/min}$ ) en een MFM (EX) met flowlimiet
- Systeem geschikt voor het evacueren met  $p=10^{-3}$  mbar vacuüm
- Afblaas van de spoel- en afblaasleiding boven het hoogste punt van de opstelling en verwijderd van de aanzuiging van het utiliteitsgebouw
- NC magneetklep EX (aansturing op druk vanuit het buffervat en noodstop beveiliging)
- Gasdetectie waterstof EX, voorzien van UPS, aansturing (NC-klep en 3-weg afsluiter van het systeem) en Gebouw Beheer Systeem (GBS) doormelding.

Het vullen van het systeem gebeurt alleen indien het buffervat leeg is. De gasfles waterstof wordt opgesteld tijdens het vullen en is tijdelijk aanwezig bij de opstelling ( $< 240 \text{ min}$ ). De gasfles staat geborgd tijdens de vulprocedure.

Het leidingwerk is van 316L, type finetron® geschikt voor een 5.0 kwaliteit

Afbeelding 3: flowschema aansluiting gasfles waterstof

#### FLOW SCHEMATIC



- 1 Inlet connection
  - 2 Purge inlet valve
  - 3 Purge outlet valve
  - 4 Upstream shut-off valve
  - 5 Cylinder pressure regulator
  - 6 Upstream pressure gauge
  - 7 Downstream pressure gauge
  - 8 Relief valve
  - 9 Downstream shut-off valve
  - 10 Check valve
- SE Purge inlet  
SA Purge outlet  
BA Process gas outlet

### 2.3 Systeem waterstof

Het waterstof systeem wordt gevuld met maximaal 1.000 gram waterstof.

Dit betekent:

- 11.89 Normaal kubieke meter (Nm<sup>3</sup> bij 15 °C en 1 bar)

OF

- 14.124 liter vloeibaar 1,013 bar

Zolang het systeem zich in de vrije buitenlucht bevindt, is de omgeving niet ATEX plichtig. In geval van een gesloten omgeving (daar waar waterstof zich kan ophopen, het zogenaamd accumuleren) is een ATEX zonering van toepassing.

De exacte werking van proces ( in het CNS koelgebouw) maakt geen onderdeel uit van de beoordeling op het waterstof gebruik. De beoordeling en werkwijze waaraan het moet voldoen om de maximale veiligheid te garanderen wordt in dit rapport beschreven.

Het waterstof gas van 300K en 5bar wordt vervloeid naar 23K en een druk van 2bar. De componenten welke hiervoor toegepast worden, moeten aan de volgende specificaties voldoen:

- Materialisatie 316L Klasse-2 kwaliteit gas (5.0-6.0 zuiverheid)
- Lekdichtheid minimaal  $< 1 \times 10^{-8}$  (helium)
- Bedrijfstemperatuur: -25 tot + 70 °C
- Verbindingstechniek VCR-verbindingstechniek en Orbital® gelast (gecertificeerde lassers)
- Systeem geschikt voor het evacueren met  $p=10^{-3}$  mbar vacuüm
- Werkdruk van 4 barg
- Testdruk (sterktetest) op 10 barg (veiligheidsfactor 2).

### Veiligheidsvoorzieningen

1. Drukbeveiliging op het buffervat; gecertificeerd, conform de PED (Art.1 par 2.1.3). Safety Valves, in de praktijk ook wel PSV(Pressure Safety Valve) en ook PRV (Pressure Relief Valve) genoemd, vallen in de categorie IV (hoogste)
2. De volume inhoud van het totale systeem wordt conform de PED (Art. 13) beoordeeld. De conformiteitsbeoordelingsprocedures die moeten worden gevolgd, conform de PED (Art.14), bepalen uiteindelijk of het systeem, onder de categorie; sound engineering practice of categorie I t/m IV valt. De laatste categorie indelingen vallen onder de EU conformiteitsverklaring van een NoBo.
3. De drukbeveiliging is voorzien van een afblaasleiding (idem eis, als het drukregelstation)



4. Evacuatie systeem (afblaas en vacuüm) middels een 3-weg klep, met stand aanduiding en op noodspanning aangesloten
5. Alle elektrische delen (inwendig) welke met waterstof gas in aanraking komen ATEX uitvoeren
6. Dar waar een gesloten situatie bestaat, gasdetectie waterstof toepassen met aansturen tot het druk aflaten van het leidingsysteem en buffervat. Buiten het systeem op 2,5m boven het hoogste punt. De gasdetectie, met slow whoop, flitslampen, is voorzien van een UPS en GBS doormelding
7. Vacuümpomp in EX uitvoering
8. Beheer en onderhoudsplan voor controle op veiligheid en continuïteit
9. Massieve waterkoeling in geval van een oververhitting, in geen geval een CO2 (reactief) of schuimblusser toepassen
10. Gevaren aanduiding in pictogrammen conform REACH

### 3. Normen en wettelijk kader

#### Normen, voorschriften en richtlijnen

Het ontwerp dient ten minste te voldoen aan de volgende normen, voorschriften en richtlijnen, niet uitputtend:

- NEN 1010      Veiligheidsvoorschriften voor laagspanningsinstallaties
- 2014/68/EU    PED Richtlijn drukapparatuur
- NEN 3268      Flesaansluitingen
- NEN-EN-ISO 11114-1&2 Compatibility
- PGS-15        Richtlijn opslag verpakte gevaarlijke stoffen
- NPR 7910-1:2010 nl Gevarenzone-indeling met betrekking tot explosiegevaar - Deel 1: Gasexplosiegevaar, gebaseerd op NEN-EN-IEC 60079-10-1:2009

#### Verder zijn van toepassing in hun laatste uitgave:

- De plaatselijke voorschriften van de gemeente onder andere bouw- en woningtoezicht, de gas-water-, en elektriciteitsbedrijven
- De Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS).

#### Specifiek voor gassen-installaties:

1. VDMA 4390 1,2
2. ATEX 114 richtlijn (richtlijn 2014/34/EU), deze richtlijn is speciaal voor apparatuur die gebruikt wordt op plaatsen waar explosiegevaar is.
3. Veiligheidsblad waterstof MSDS (zie bijlage data sheet H2)
4. IAVM werkgroep explosieveiligheid

**Op de markering voor elektrisch materieel, welke voldoet aan ATEX, moet minimaal worden weergegeven:**

- naam en adres van de fabrikant
- CE markering gevolgd door het identificatienummer van de NoBo die de productielocatie auditeert (alleen bij Categorie 1 en 2)
- type aanduiding van het product
- het communautaire merkteken 'Epsilon x in zeshoek'
- de materieelgroep
- de van toepassing zijnde categorie waarvoor het materieel inzetbaar is
- EG type certificaatnummer, herkenbaar aan het woord ATEX
- fabricage- of serienummer (track & traceability)
- fabricage jaar

Voor de opstelruimte van de gasfles is PGS-15 van toepassing. PGS-15 par. 3.8 verwijst naar NPR7910-1 voor het toepassen van gevarencategorie-indeling. De gasflessen zijn UN-verpakkingen. Volgens NPR7910-1 geven 7.5.2. UN-verpakkingen geen aanleiding geven tot gevarencategorie-indeling. Dit heeft echter alleen betrekking op de opslag.

Een andere notitie van de inspectie SZW geeft aan, dat voor de opslag van brandbare stoffen in UN-verpakking in geval van calamiteit aanvullende maatregelen zoals de inzet van explosieveilig materieel noodzakelijk zijn. Dit wordt praktisch vertaald door de opslag niet te zoneren maar wel de elektrische installatie en eventuele hulpmiddelen explosieveilig uit te voeren.

Bij het aansluiten van de gasfles kunnen echter fouten door medewerkers worden gemaakt waardoor gevaarbronnen zoals bedoeld in NPR7910-1 worden gecreëerd. Met name om deze reden is voor de gasfles omkasting de gevarencategorie-indeling noodzakelijk. Ook voor het systeem (test-opstelling) zelf is het noodzakelijk gevarencategorie-indeling te onderzoeken.

#### **4. Gevarencategorie-indeling**

Voor het bepalen van de mogelijke gevaarlijke gebieden c.q. zones zijn zowel de richtlijn NPR7910-1 als de onderliggende norm EN 60079-10 bestudeerd en toegepast.

Voeding waterstof

In de gasfles kast wordt een gasfles waterstofgas aangesloten op het leidingwerk. Om te voorkomen dat waterstofgas wordt afgeblazen in de kast is een afblaasleiding naar het dak aangelegd. Deze



creëert op het dak overigens wel een zone. Wij adviseren op het dak rondom de afblaasleidingen van waterstof een zone 2 met een straal van 0,5m te hanteren en apparatuur binnen deze straal explosie veilig uit te voeren. De afblaasleiding moet 2,5m boven het hoogste punt van de testopstelling worden gemonteerd. Voor deze afblaas zijn geen bijzondere voorzieningen als flame inhibitors nodig. Bij een correct gebruik van het voedingssysteem komt geen gas vrij in de kast. Het is mogelijk dat bij deze procedure fouten worden gemaakt waardoor gas vrijkomt in de kast. Ook kan lekkage optreden indien de afdichting op de aansluiting (fles) niet wordt vervangen door een nieuwe of niet wordt vastgezet. Deze beide activiteiten geven conform de NPR7910-1 Bijlage B aanleiding tot een kleine secundaire lek bron < 1g/s.

De exacte grootte van deze secundaire lek bron is niet bekend en is afhankelijk van de gemaakte fout in de procedure. Daarom het advies om Lel-detectie aan te brengen in de kast gekoppeld aan de lokale veiligheids- en centrale alarmering.

#### Waterstof systeem

De leidingen zijn roestvaststaal 316L en volledig opgebouwd uit Orbital gelaste verbindingen, met uitzondering van de geplaatste appendages als bijvoorbeeld afsluiters. Gelaste verbindingen vormen volgens de NPR 7910-1 par 7.5.1 geen gevarenbron (mits goed aangebracht).

Zijn de VCR-verbindingen (schroefdraad/vlakafdichting) een gevarenbron in het systeem?

NPR 7910-1 par 7.5.1 stelt dat knelverbindingen geen gevarenbron zijn:

*“flens-, schroefdraad- en knelverbindingen die niet of slechts zeer geringe procestemperatuur variaties, drukstoten of trillingen worden blootgesteld”*

De aanvullende eisen aan draadverbindingen uit NPR 7910-1 par. 7.5.1 hiervoor zijn:

*“onderdelen waarbij kan worden aangetoond dat door goed ontwerp, beproeving, goede constructie, goed onderhoud en goede bedrijfsvoering de kans op vrijkomen van brandbare stof ook onder abnormale bedrijfsomstandigheden en bij storingen verwaarloosbaar klein is”.*

Het betekent wel dat goede montage en een onderhoudsschema om deze lek dichtheid blijvend te garanderen noodzakelijk is. Het gehele leidingnetwerk na montage af te persen op sterkte, lek dichtheid en op kwaliteitsmetingen. Zie bijlage D.

Tenslotte stelt de NPR 7910-1 par. 7.5.1 nog een aanvullende voorwaarde: *“dit geldt alleen indien accumulatie van vrijkomende brandbare stoffen niet kan plaatsvinden”.*

Het waterstof in het systeem is 14 keer lichter dan lucht en zal bij vrijkomen sterk stijgen. De omgeving rondom de CNS constructie is open. Om deze reden kan accumulatie van onverhoopt toch vrijgekomen waterstof niet plaatsvinden.



**dr. heinekamp**

Lab Engineering Benelux

Iedere verbinding en iedere afsluiter geeft aanleiding tot lekkage, deze is van een volledig andere ordergrootte dan de gevarenbronnen die in de NPR 7910-1 worden opgesomd. De lekdebieten waaraan het systeem moet voldoen geven aanleiding tot stromingsmodellen op moleculair niveau. Om een inschatting te kunnen maken van het lekdebiet in het systeem zijn met deze getallen globale berekeningen gemaakt. De berekeningen zijn terug te vinden in de bijlagen (zie bijlage B). De stelling dat de afsluiters en schroefdraadverbindingen conform de NPR7910-1 geen gevarenbron zijn en dat waterstofgas niet kan accumuleren in de constructie, zijn met deze berekeningen bevestigd.

In de constructie van waterstof systeem zijn afsluiters ed. geplaatst, de exacte werking en aansturing is hierin niet meegenomen. Het waterstof systeem heeft een extra buitenmantel welke onder vacuüm staat zodat een eventuele lekkage direct gemeten wordt. Zo lang er geen accumulatie kan optreden is het systeem ook zonder LEL-detectie uit te voeren om die reden een zonering van de gehele constructie uit te sluiten.



## 5. Eisen aan aanwezige apparatuur in de zone

In par 2.2 wordt de voorziening voor waterstof beschreven, hieronder volgt de EX classificatie hiervan. De gaskast is geclassificeerd als een zone 2. Het betreft waterstof de gasgroep is IIC en de temperatuurklasse T1 (T1 t/m T6 mag worden toegepast), uitleg ATEX indeling zie afbeelding 4. In deze kast is de volgende apparatuur aanwezig welke minimaal moet voldoen aan de ATEX-markering 3IIC T1 (IIB+H2 kan ook worden toegepast).

- In de gaskast een eventuele lichtschakelaar;
- Verlichtingsarmatuur in de gaskast
- Drukopnemer
- Gasdetectie LEL waarde meting waterstof
- Magneetafsluiter NC

Het advies is om in de constructie van CNS de ATEX classificatie in elektrische componenten door te zetten. Dit ondanks het feit dat het geen zonering betreft. Hiermee wordt ieder risico op ontsteking uitgesloten in de nabijheid van waterstof. Daar waar toch een lekpotentieel is of bestaat en het kan zich ergens accumuleren, hier waterstof detectie toe te passen. Verdere toelichting zie bijlage C.

Afbeelding 4 Uitleg ATEX keur

### Labelling of explosion proof equipment



## 6. Conclusie en aanbevelingen

1. De aanbeveling om een gaskast op te stellen op de begane grond voor een veilige aansluiting van een waterstof gasfles. De gaskast uitvoeren met een natuurlijke ventilatie (diagonaal van onder naar boven) welke gegarandeerd moet worden (min 10 V/uur);
2. De gaskast geeft dat de combinatie van gevaarbron en ventilatie (NPR7910-1 tabel 7,8.3.3) aanleiding geeft tot een zone 2 in deze ruimte;
3. Het is de verplichting om het systeem conform de PED te controleren. Dit omdat het systeem qua volume inhoud nog niet definitief bepaald is voor de juiste categorie-indeling (zie hfst. 2.3. punt 2). Het systeem moet door een notified body worden gecontroleerd en gecertificeerd;
4. Wij adviseren LEL-detectie aan te brengen in de gaskast en in het CNS koelgebouw daar waar eventuele accumulatie kan optreden. Dit gekoppeld aan de lokale en centrale alarmering en schakeling op de afblaas en toevoer van het systeem zodat het proces direct safe down gaat;
5. De componenten, in de gaskast maar ook waar accumulatie in de testopstelling kan optreden, alleen ATEX gecertificeerd toe te passen (gemarkeerd met 3G IIc T1);
6. Rondom op het dak waar de afblaasleidingen van waterstof uitkomen, een zone 2 met een straal van 0,5m hanteren en apparatuur binnen deze straal explosieveilig uit te voeren. De hoogte van de afblaasleiding(en) minimaal 2,5m boven het hoogste punt van de testopstelling uitvoeren. Tevens rekening houden, dat deze afblaas leiding niet in de nabijheid van de aanzuiglucht van utiliteitsgebouw komt;
7. De conclusie is dat de VCR® verbindingen van de appendages conform de NPR7910-1 niet als een gevaarbron behoeven te worden gezien, waardoor de constructie in het CNS koelgebouw niet hoeft te worden gezoneerd;
8. Conclusie van de berekeningen, op basis van moleculaire stroming, is dat er geen aanleiding is tot het maken van een gevaarzone indeling in de constructie;
9. Wij adviseren het gehele systeem te testen op kwaliteit, sterkte en lekdichtheid conform de bijlage D;
10. Er moet een ExplosieVeiligheidsDocument (EVD) worden opgesteld, zie bijlage E;
11. Wij adviseren een gevaarzone-indeling uit te voeren voor de elektrische componenten welke waterstof voerend zijn en de vrije buitenlucht te benutten. Dus geen gesloten omgeving te maken om te voorkomen dat het volledige CNS koelgebouw moet worden geclassificeerd als een explosieveilige zone.



## 7. Bijlagen

### 7.1 Bijlage A Producteigenschappen waterstof

Product eigenschappen Waterstof			
Eigenschap	omschrijving		waarde
Pmax	Maximale explosiedruk		8,3 bar
MOE	Minimale ontstekingsenergie		25 $\mu$ J
LEL	Onderste explosiegrens		4%
MOL	Moleculaire massa		2
Rel. dampdichtheid	Gas 14x lichter dan lucht		0,07
Gasgroep			IIC

Aparte bijlage: Safety Data Sheet version 1.15

### 7.2 Bijlage B Berekening waterstof lekkage

Stof	Waterstof
LEL	4%
Molmassa	2
LEL	3,20 (g/m <sup>3</sup> )
Druk P	5 (bar)

#### Gevarenbronnen

Lekdebiet H<sub>2</sub> appendages 1,00<sup>E</sup>-08 (mbar L/s) aanname moleculaire flow, Molmassa He=4 en H<sub>2</sub>=2

1,70<sup>E</sup>-04 (l/s)

6,1<sup>E</sup>-04 (m<sup>3</sup>/h)

1,38<sup>E</sup>-05 (g/s)

te verwaarlozen gevearenbron  
vergeleken met de gevearenbron  
NPR 7910-1 (1 g/s)

4,89<sup>E</sup>-02 (g/h)

### 7.3 Bijlage C Relatie tussen zone en apparatuur



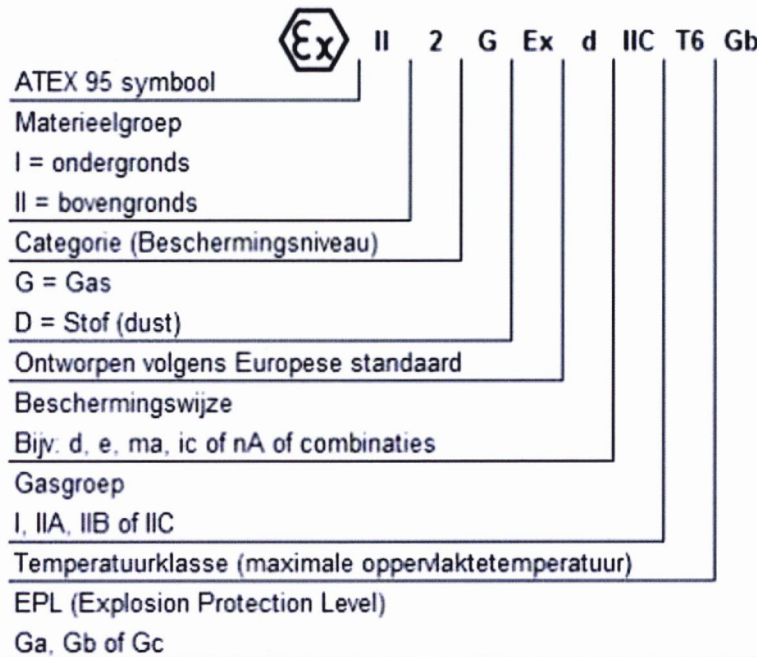
**dr. heinekamp**

Lab Engineering Benelux

Vanuit de ATEX 153 (voorheen de 137) richtlijn worden zones bepaald. Apparatuur welke gebruikt wordt in de vastgestelde zones (20,21,22) moet voldoen aan een categorie (1D, 2D,3D). In onderstaande tabel zien we de zone indeling, gerelateerd aan de categorie indeling van de apparatuur. Ook is het vereiste beschermingsniveau van de apparatuur weergegeven.

Zonering omgeving	Categorie materieel	Beschermingsniveau
0 (gasomgeving) 20 (stofomgeving)	1 (G/D)	Veilig wanneer twee (on)verwachte storingen zich onafhankelijk van elaar voordoen.
1 (gasomgeving) 21 (stofomgeving)	2 (G/D)	Veilig bij normaal bedrijf en bij storingen waarmee gewoonlijk rekening wordt gehouden.
2 (gasomgeving) 22 (stofomgeving)	3 (G/D)	Veilig bij normaal bedrijf.

Materieel dat geschikt is voor een Ex omgeving is voorzien van een Ex symbool en een code, waaruit kan worden opgemaakt voor welke zone de apparatuur geschikt is.



## 7.4 Bijlage D Kwalificatie tests waterstof systeem

Tests



A : kwaliteit lasverbindingen  
B: lektheid componenten en leidingwerk (druktesten en heliumlektesten)  
C: kwaliteit gasinstallaties

Van iedere test worden achtereenvolgens beschreven:

- Doel van de test;
- Procedure;
- Rapportage;
- Testresultaten;
- Goedkeuringseisen;
- Meetapparatuur.

Alle testresultaten dienen in overeenstemming te zijn met de gestelde eisen en binnen de tolerantiegrenzen. Op deze voorwaarden kan tot overdracht van de installatie worden overgegaan.

#### *Testrapporten*

De door de Aannemer in te dienen testrapporten bevatten alle relevante, op een nette manier gerangschikte informatie over de volgende onderdelen:

- Testdatum en tijd;
- Type test;
- Beschrijving testprocedure en specificaties;
- Beschrijving betrokken systemen en componenten;
- Blokdiagram van het systeem en/of test;
- Testapparatuur, serienummers en ijkgegevens;
- Ingevulde en door betrokkenen ondertekende formulieren met de testresultaten en naam uitvoerder van de test;
- Eventuele certificaten of gegevens van de aan de test onderworpen componenten (fabricaat);
- Testprotocol met een samenvatting van de test en testresultaten t.b.v. de overdracht aan de opdrachtgever.

#### Test A: Kwaliteit lasverbindingen

##### *Doel van de test*

Het doel van deze inspectie is het vaststellen van de kwaliteit van het laswerk in distributienetwerken.

##### *Procedure*

Na afronding van de leidingmontage vindt controle van de lassen plaats door middel van visuele inspectie. Voor de verbindingen welke Orbital® gelast zijn, dit op 10% van alle lassen getest. Bij afkeur van 1 las, 20% van de lassen van de gasleiding testen.

##### *Rapportage*

De Aannemer dient een logboek bij te houden met alle gegevens aangaande proeflassen. Tevens dient de aannemer de resultaten van de beproefde lassen vast te leggen.

##### *Testresultaten*

Alle gecontroleerde lassen dienen aan de gespecificeerde eisen te voldoen.

##### *Goedkeuringseisen*



**dr. heinekamp**  
Lab Engineering Benelux

Indien alle lassen aan de eisen voldoen dan wordt het werk goedgekeurd. De aannemer dient de testrapporten in bij de Directie, die deze controleert. Indien niet alle lassen voldoen, wordt opnieuw, maar ditmaal een hoger percentage van de lassen, gecontroleerd. Lassen van onvoldoende kwaliteit worden verwijderd en vervangen door, en voor rekening van de Aannemer.

#### *Testapparatuur*

Apparatuur en materiaal voor testlassen worden door de aannemer ter beschikking gesteld.

Test B: Lekdichtheid componenten en leidingwerk

Doel van de test is vast te stellen dat de componenten en leidingwerk lekdicht zijn.

De test bestaat uit de volgende deeltesten:

B-1: druktest;

B-2: helium lektest.

#### *Procedure*

De lekdichtheid wordt bepaald door middel van druktest en heliumlektest. Met de druktest worden de normale lekken opgespoord. Nadat de druktest succesvol is verlopen wordt de helium lektest uitgevoerd. Met deze test kunnen kleine lekkages worden opgespoord.

#### *Deeltest B-1 druktest*

Het te testen systeemdeel wordt voorzien van een druksensor en daarna met stikstofgas of argongas kwaliteit 5.0 op druk gebracht. Het systeemdeel wordt eerst getest met een minimaal testdruk van 10bar gedurende 30 minuten. Vervolgens wordt het systeemdeel getest met een testdruk van 1,5 keer de maximale werkdruk en moet gedurende 12 uur met gesloten cilinder op druk blijven. De systeemdruk wordt met regelmatige tussenpozen gemeten en geregistreerd. Drukdaling mag alleen ten gevolge van temperatuurveranderingen zijn.

#### *Deeltest B-2 helium inboard lektest*

Het te testen systeemdeel wordt met behulp van een vacuümpomp gevacumeerd. Vervolgens wordt het systeemdeel op kritieke locaties, zoals lassen, aansluitingen, fittingen, afsluiters, etc. voorzien van plastic zakken en afgeplakt. Het heliumgas wordt in deze zakken gebracht en in geval van een lek infiltreren de heliumatomen in het te testen systeemdeel. Deze heliumatomen worden gedetecteerd met behulp van heliumlekdetector. Alternatief met hetzelfde resultaat outboard lektest is ook toegestaan.

#### *Rapportage*

De Aannemer vervaardigt een testrapport met schema's van de componenten en netwerk met gecodeerde meetpunten, de gemeten drukwaarden en de tijdstippen.

#### *Testresultaten*

De systeemdruk mag per 12 uur maximaal 1% zakken.

De heliumleksnelheid mag maximaal  $1 \times 10^{-6}$  mbar.liter/seconde voor het hele systeem en maximaal  $1 \times 10^{-6}$  mbar.liter/seconde per component bedragen.

#### *Goedkeuringseisen*

Indien de testresultaten voldoen aan de gespecificeerde normen, wordt het systeem als voldoende lekdicht beschouwd. De Aannemer verstrekt het testrapport aan de Directie, die het rapport controleert. Indien de resultaten niet voldoen aan de eisen, worden de noodzakelijke installatieaanpassingen en nieuwe tests door en voor rekening van de aannemer uitgevoerd.

### *Testapparatuur*

De benodigde testapparatuur wordt door de aannemer ter beschikking gesteld. De apparatuur dient aan dezelfde graad van reinheid te voldoen als de te testen installatie.

### Test C: Kwaliteitstest gasinstallaties

Doel van de test is vast te stellen of de kwaliteit van gasinstallaties en bijbehorende distributie voldoet aan de ontwerpspecificaties. De test bestaat uit de volgende deeltesten:

C-1: Kwaliteitstest distributienetwerk waterstof

### *Procedure*

Deeltest C-1 kwaliteitstest van distributienetwerk waterstof.

Het watergehalte, koolwaterstofgehalte, zuurstofgehalte en deeltjesgehalte wordt continue gemeten aan de uitgang van elk gaspaneel gedurende 30 minuten. De installaties dienen minimaal 24 uur in bedrijf te zijn voor uitvoering van de testen. Als testgas wordt schone stikstof, kwaliteit 5.0 gebruikt.

### *Rapportage*

De Aannemer vervaardigt een testrapport waarin de resultaten zijn verwerkt.

Testresultaten

Gasleiding	H <sub>2</sub> O-toename (ppm)	CxHy-toename (ppm)	O <sub>2</sub> -toename (ppm)	Deeltjes toename (n/scft > 0,5 μm)
Waterstof	< 1	< 0.5	< 1	< 10

Te kwalificeren onderzoeken zijn:

- vocht H<sub>2</sub>O (watertoename < 1 ppm);
- zuurstof O<sub>2</sub> (< 1 ppm);
- totaal koolwaterstoffen CxHx (< 0,5 ppm);
- deeltjeslast (> 0,5 μm: < 10 n/scft).

### *Goedkeuringseisen*

Indien de meetwaarden voldoen aan de gespecificeerde eisen, wordt de kwaliteit van de gasinstallaties goedgekeurd. De aannemer verstrekt het meetrapport aan de Directie, die het rapport controleert. Indien de testresultaten onvoldoende zijn, worden de noodzakelijke installatieaanpassingen en nieuwe tests door en voor rekening van de aannemer verricht.

### *Testapparatuur*

De testapparatuur wordt door de aannemer ter beschikking gesteld.

## 7.5 Bijlage E Explosieveiligheidsdocument

ATEX ExplosieVeiligheidsDocument (EVD). Volgens de ATEX 153 (ATEX 137) richtlijn is een werkgever verplicht om een EVD op te stellen als er in het bedrijf wordt gewerkt met gevaarlijke gassen of stoffen.

Een belangrijke eis uit de ATEX 153 (137) richtlijn is dat het explosieveiligheidsdocument te allen tijde actueel moet worden gehouden. Als er wijzigingen zijn op de arbeidsplaats, aan arbeidsmiddelen of het arbeidsproces zijn, dan moet u het EVD updaten. Zo heeft u altijd een compleet inzicht in alle ATEX risico's.

### Inhoud explosieveiligheidsdocument

- identificatie en beoordeling van de explosierisico's;
- atex zonering (gevaarzones of gevaarzone-indeling) van arbeidsplaatsen;
- beschrijving van installaties, processen en/of activiteiten;
- beschrijving van gebruikte stoffen/veiligheid technische parameters;
- maatregelen om atex gevaarzones te reduceren/verkleinen;
- maatregelen die genomen en benodigd zijn om ontstekingen te voorkomen;
- indien nodig, maatregelen die nodig zijn om de effecten van explosies te beperken;
- organisatorische maatregelen, waaronder werkprocedures, veiligheidsinstructie werknemers, toepassing werkvergunningen;
- markering van explosiegevaarlijke plaatsen;
- verantwoordelijke voor het opstellen en bijhouden van het document.

**Note:** in dit rapport zijn veel van de gevraagde onderwerpen voor de EVD reeds beantwoord.