

**Veiligheidsrapport**  
**koude bron koelgebouw en koelinstallatie**

**Technische Universiteit Delft**  
**Technische natuurkunde**

**OYSTER project**

## **Bijlage II**

### **Veiligheidsrapport koude bron koelgebouw en koelinstallatie**

## Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	4
1.1. Omvang.....	4
1.2. Bijlagen .....	4
2. OYSTER programma .....	5
2.1. Algemeen.....	5
2.2. Aanvraag wijziging KEW vergunning .....	6
2.3. Niet nucleaire aanvraag .....	7
3. Nieuwbouw koelgebouw .....	8
3.1. Huidige situatie bouwlocatie .....	8
3.2. Nieuwe situatie bouwlocatie .....	8
3.3. Basisontwerp koelgebouw.....	10
3.4. Architectuur en vloeroppervlakken.....	11
3.5. Brandveiligheid.....	11
3.6. Normen en Standaards.....	11
3.7. Componenten.....	11
4. Koelinstallatie.....	13
4.1. Cryogeneratoren.....	13
4.2. Drukvaten en leidingen.....	13
4.3. Normen en standaards.....	14
4.4. Testopstelling.....	14
5. Stralingsbescherming.....	15
6. Milieu.....	15
6.1. HVAC.....	15
6.2. Gassen en opslag.....	15
6.3. Geluidsproductie .....	15
6.4. ATEX voor testopstelling .....	16
7. Procedures en organisatie .....	17
7.1. Toegankelijkheid koelgebouw.....	17
7.2. Toegankelijkheid bouwlocatie .....	17
7.3. Beveiligingsvoorzieningen.....	17

8. Referenties .....	17
9. Bijlagen.....	18
A1 Basic Design Report BD4376.....	18
A2 Civil Design Requirements.....	18
B Tekeningen: Plattegronden koelgebouw.....	18
C Tekeningen: Brandveiligheid koelgebouw .....	18
D Sterkte berekeningen koelgebouw .....	18
E Berekeningen HVAC koelgebouw.....	18
F Bodemonderzoek NEN-5740.....	18
G Bodemonderzoek sonderingen .....	18
H Technische Specificaties SPC-4T Cryogeneratoren .....	18
I Veiligheidsfilosofie OYSTER, blad 23/47.....	18
J1 OYSTER-EM-GME-KS-A01: Specificaties drukvaten.....	18
J2 OYSTER-EP-GPI-DR-001: Specificaties leidingen .....	18
K P&ID OYSTER-EM-HRS-PI-001.....	18
L Tekening OYSTER project, RID.....	18
M Rapport Akoestisch onderzoek, Antea Group .....	18
N Rapport explosieveiligheid Testopstelling, Heinekamp BV .....	18
O IPA test locatie voorstel .....	18

## 1. Inleiding

### 1.1. Omvang

In dit rapport worden de aspecten besproken die betrekking hebben op de realisatie van een *koelgebouw* waarin de apparatuur voor een *koelinstallatie* (die in een later stadium voor een koude bron gebruikt kan worden in het kader van het OYSTER programma) kan worden geïnstalleerd, alsmede de veiligheid technische aspecten van de koelinstallatie, regelkamer en testopstelling. De regelkamer is voorzien als onderdeel van het koelgebouw en is nodig voor de controle en regeling van de koelinstallatie. De testopstelling is nodig voor het testen van de koelinstallatie.

Dit rapport dient als bijlage bij de aanvraag voor *wijziging van de bestaande vergunning van 18 november 1996* met betrekking tot de bouw van een koelgebouw op een locatie binnen het RID terrein en als aanvulling op het veiligheidsrapport HOR [1]. Deze aanvraag geldt alleen voor die onderdelen van het OYSTER programma die geen betrekking hebben op nucleaire veiligheid en zal niet uitgelegd worden als (deel)toestemming voor het uiteindelijke OYSTER programma. Alle werkzaamheden en testen vinden buiten de reactorhal plaats.

Het wijzigen van de huidige KEW vergunning voor het niet-nucleaire deel van de koelinstallatie verkort de doorlooptijd van het OYSTER programma aanzienlijk, waardoor er meer tijd is voor het testen en opleiden van personeel, zodat het de veiligheid ten goede komt.

### 1.2. Bijlagen

Belangrijk voor de aanvraag zijn alle documenten die door diverse bedrijven zijn aangeleverd. Deze documenten zijn vervaardigd in opdracht van het consortium KHC dat in het kader van het OYSTER programma de Europese aanbestedingsopdracht heeft gekregen. Deze documenten voldoen aan de door TU Delft en de Nederlandse en Europese regelgeving gestelde eisen voor wat betreft normen en standaards waaraan alle componenten moeten voldoen om veilig te kunnen opereren.

De documenten die voor deze aanvraag van belang zijn, zijn als bijlagen in dit rapport opgenomen.

Vanwege het internationale karakter van dit project zijn de bijlagen in het Engels opgesteld.

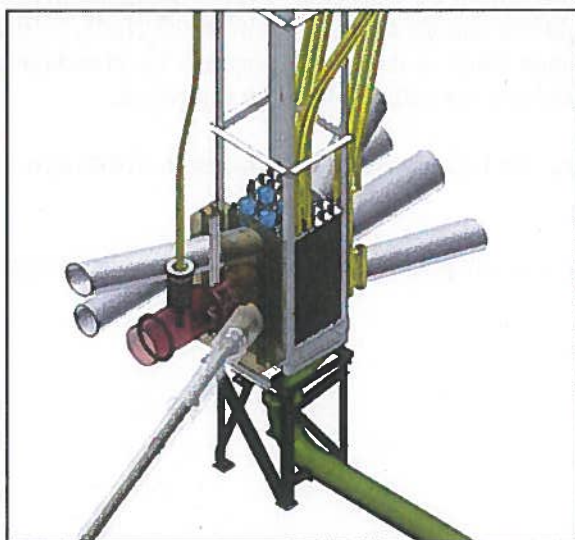
## 2. OYSTER programma

### 2.1. Algemeen

Het Reactor Instituut Delft (RID) investeert voortdurend in betere meetmethoden en technieken om baanbrekend onderzoek te kunnen doen. De komende jaren zal dit met het programma OYSTER (Optimized Yield - for Science, Technology & Education - of Radiation) in een stroomversnelling raken: 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 [2].

Het OYSTER programma voorziet in de koppeling van een moderator aan de kern van de onderzoeksreactor om de neutronen te koelen tot 23 K. Bij deze lage temperatuur kunnen de onderzoekers in Delft de neutronen beter 'sturen' voor nog betere onderzoeksresultaten.

Voor zo'n effectieve koude moderator of *koude bron* is een vloeibare waterstof moderator nodig. Om dit waterstof te koelen en op de gewenste temperatuur te houden is een grote koelinstallatie nodig. De koude bron wordt geplaatst in een aangepaste bundelbuis van de reactor. Voor de veilige operatie van de koude bron is een aanpassing van het reactor beveiligingssysteem nodig. De koude bron is dus een volume vloeibaar waterstof (ongeveer 3 dm<sup>3</sup>) van bepaalde druk (2 bar) en temperatuur (23 K) waarbij het waterstof dient als moderator voor de neutronen die uit de kern van de HOR komen (zie figuur 1). Door de moderatie van de neutronen wordt een bruikbaar neutronen spectrum verkregen dat efficiënter is voor de diverse neutronen spectrometers. Andere benamingen voor de koude bron zijn *Cold Neutron Source (CNS)* of *moderatorkamer*.



**Figuur 1:** Artist impression van moderator kamer (in rood) in de bundelbuis bij de kern van de reactor.

De koude bron is opgenomen in het IPA (In-Pool-Assembly) dat een verlengstuk wordt van een aangepaste bundelbuis. Het waterstofdeel van het IPA bevat de moderatorkamer, transportleidingen, een warmtewisselaar en de waterstof toevoerleiding. De moderatorkamer, transportleidingen en warmtewisselaar vormen samen een thermosyphon loop, waarbij de waterstof circulatie met behulp van zwaartekracht op een intrinsiek veilige manier tot stand komt. De waterstof toevoerleiding voert naar een waterstof buffervat voor het instellen van de juiste hoeveelheid waterstof. Alle componenten die waterstof bevatten bevinden zich in de reactorhal. De totale massa waterstof in het systeem is ongeveer 1000 gram.

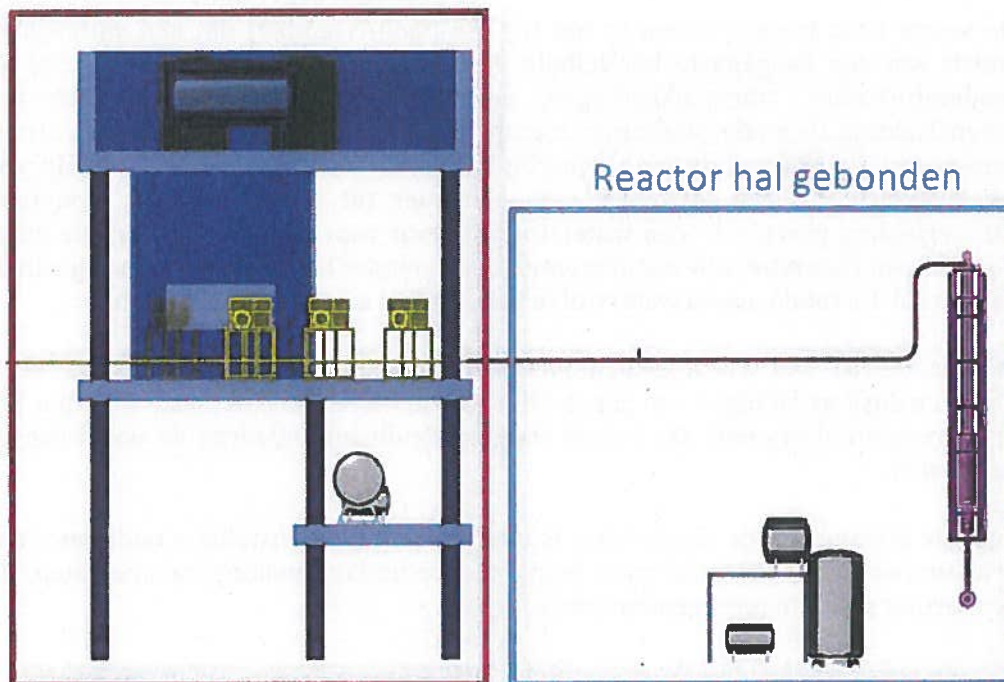
De warmtewisselaar wordt gekoeld met gasvorming helium. Het helium wordt door helium transportleidingen van een koelinstallatie buiten de reactorhal naar het IPA in de reactorhal gevoerd. De helium transportleidingen passeren de wand van de reactorhal.

Voor de koeling van de koude bron is dus een grote koelinstallatie nodig met een primair (waterstof thermosyphon loop), een secundair (helium transportloop) en een tertiair systeem (cryogeneratoren).

#### 2.2. Aanvraag wijziging KEW vergunning

Voor het uitvoeren van het OYSTER programma moet de bestaande KEW-vergunning worden vernieuwd. Een wijziging voor het gehele OYSTER programma houdt zowel nucleair-gerelateerde als conventionele aspecten in. De nucleair-gerelateerde onderdelen bevinden zich voornamelijk in de reactorhal (IPA, waterstof systeem) en in de interface met het reactor isolatie systeem. De conventionele onderdelen bevinden zich voornamelijk buiten de reactorhal (cryogeneratoren) (zie figuur 2 en bijlage L).

Voor de nucleaire aspecten zijn complex en hebben een lange doorlooptijd. Voor die aspecten wordt een Safety Analysis Report voor het gehele RID opgesteld. Het produceren van het SAR vergt tijd en is niet alleen gerelateerd aan het OYSTER programma. Vandaar dat het mogelijk is om parallel diverse werkzaamheden te combineren. De niet nucleaire werkzaamheden van OYSTER programma die niet specifiek binnen het SAR hoeven te worden behandeld, kunnen als conventioneel behandeld worden en daardoor eerder uitgevoerd, mits goedgekeurd door ANVS.



**Figuur 2:** Indeling van OYSTER programma in conventioneel (rood omkaderd: koelgebouw en cryogeneratoren) en nucleaire onderdelen (blauw omkaderd: IPA en waterstofsysteem).

### 2.3. Niet nucleaire aanvraag

Vanwege een andere aanvraag voor wijziging KEW vergunning betreffende een APPEAL elektronenversneller, is besloten om de aanvragen voor de versneller en het niet nucleaire deel van het OYSTER programma (het rood omkaderde stuk in figuur 2) te combineren. Dit houdt in dat voor het totale OYSTER programma een andere aanvraag nodig is waarin het geheel wordt beschreven.

Het koelgebouw en de zich in het koelgebouw bevindende koelinstallatie worden in de volgende hoofdstukken behandeld. De overige componenten worden in een vervolg aanvraag behandeld.



### 3. Nieuwbouw koelgebouw

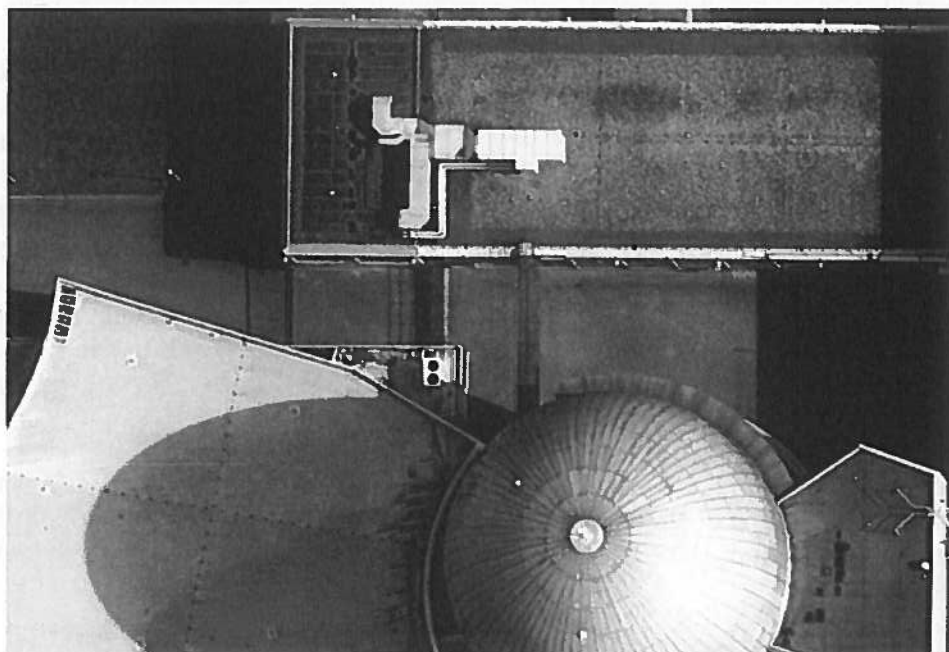
Voor de koeling van de koude bron (die in een later stadium wordt gerealiseerd) is een grote koelinstallatie nodig met een primair (waterstof thermosyphon loop), een secundair (helium transportloop) en een tertiair systeem (cryogeneratoren). Het tertiaire systeem wordt beschreven in het volgende hoofdstuk, en is van zodanig omvang dat er een apart koelgebouw voor nodig is. Hieronder wordt de huidige en nieuwe situatie van de bouwlocatie beschreven en daarnaar wordt het basisontwerp en de benodigde voorzieningen besproken. Het koelgebouw zal worden uitgerust met een controle kamer en zal slechts beperkt toegankelijk zijn. Hier wordt in hoofdstuk 7 verder op ingegaan.

#### 3.1. Huidige situatie bouwlocatie

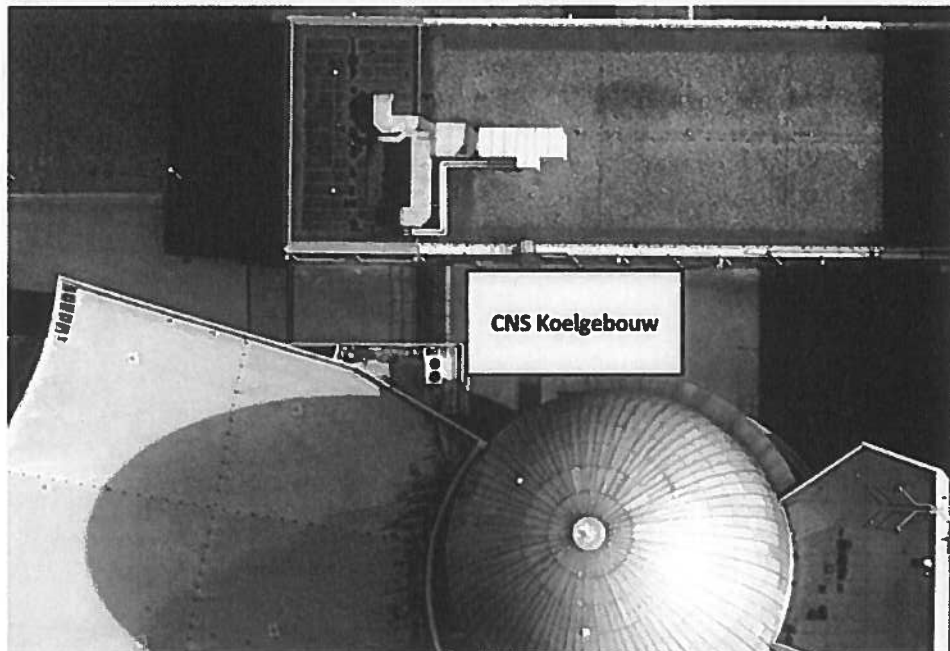
Op dit moment is de geplande bouwlocatie een deel van het binnenterrein gelegen tussen de reactorhal, het hoofdgebouw, vleugel Noord en de doorgang tussen Noord en de experimenteerhal. Deze ruimte is nu niet bebouwd. Zie figuur 3 voor een overzicht van boven.

#### 3.2. Nieuwe situatie bouwlocatie

De locatie van het koelgebouw is voorzien binnen de periferie van het RID en is gebonden aan de regels die daar binnen gesteld zijn. De voorgestelde nieuwe situatie is weergegeven in figuur 4 tussen gebouw Noord en de reactorhal, de ideale locatie voor de koelinstallatie in verband met bereikbaarheid en afstand tot de koude bron in de reactorhal. Een verkennend bodemonderzoek heeft de geschiktheid van deze locatie bevestigd. Het onderzoek behelsde de meting van de grond- en waterkwaliteit (uitgevoerd door Inpijn-Blokpoel conform NEN-5740, zie bijlage F) en een geotechnische onderzoek naar de structuur van de bodem (uitgevoerd door Inpijn-Blokpoel conform NEN-EN-ISO-22476-1, zie bijlage G) betreffende de kwaliteit van de bodem.



**Figuur 3:** Huidige situatie binnenterrein. Onder van links naar recht: experimentenhal, reactorhal en controlekamer. Boven: Vleugel Noord.

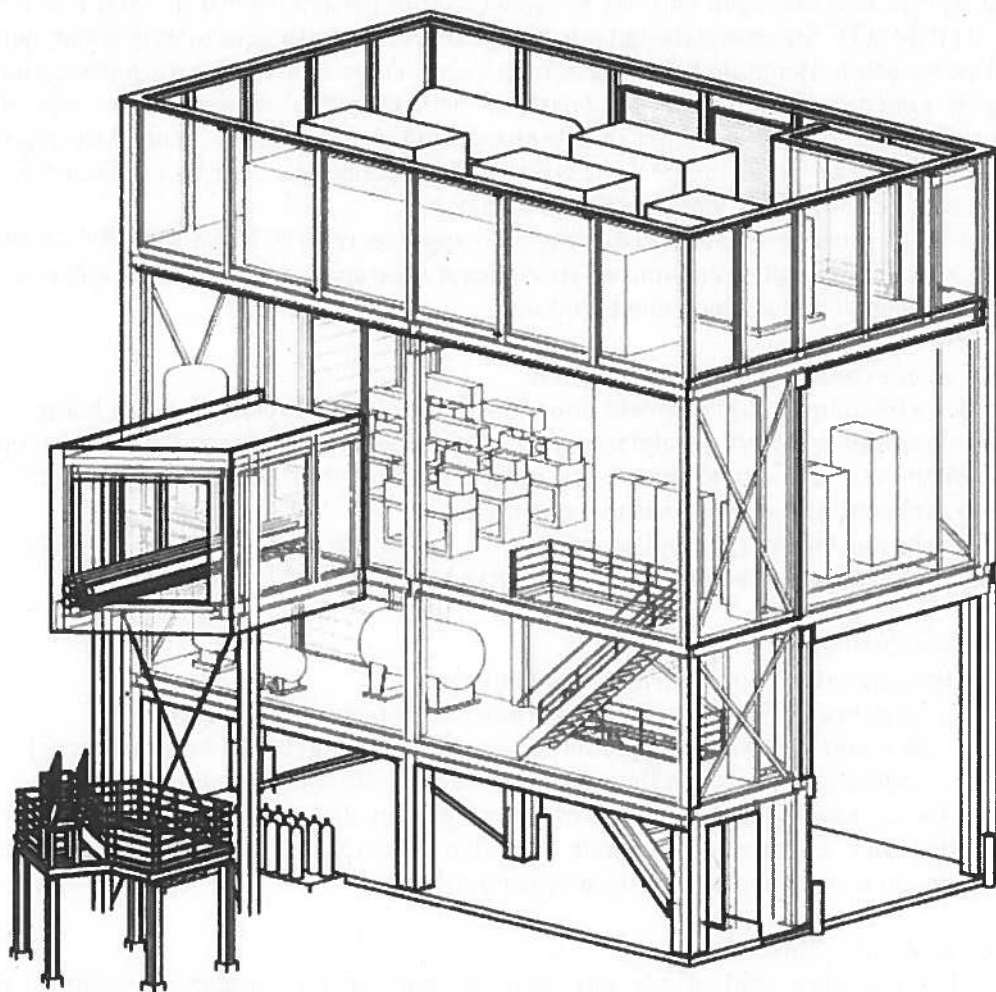


**Figuur 4:** Nieuwe situatie binnenterrein, vergelijk met figuur 3.

### 3.3. Basisontwerp koelgebouw

In opdracht van KHC is door Royal Haskoning DHV een basisontwerp gemaakt voor het koelgebouw (figuur 5). Dit ontwerp is samengevat in document "Final report BD4376" (zie bijlage A1) en omvat alle eisen die in Nederland aan een dergelijk gebouw in een dergelijk gebied gesteld zullen worden.

In OYSTER-EA-GCV-DR-001 (zie bijlage A2) zijn systeem eisen te vinden waar in het basisontwerp in Bijlage A1 naar verwezen wordt.



**Figuur 5:** *Isometrisch beeld van koelgebouw gezien vanuit de richting van de reactor controle kamer (zie figuur 4).*

Het gebouw bestaat uit een begane grond, twee verdiepingen en een dak. De begane grond is grotendeels vrijgehouden, enerzijds voor de benodigde toegang tot de ruimte tussen controle kamer en vleugel Noord (o.a. vrije doorgang voor de brandweer), anderzijds voor de toegang tot de experimentenhal. De eerste verdieping is een smalle strook aan de kant van de reactorhal. De tweede verdieping behelst het hele oppervlak van het gebouw. Hier worden de cryogeneratoren geplaatst en bevindt zich de controle kamer van de koelinstallatie. Het dak wordt voorzien van hoge schotten, zodat de daar te plaatsen apparatuur aan het zicht wordt onttrokken en mogelijk geluidsoverlast wordt tegengegaan.

De sterkte berekeningen van het koelgebouw zijn gerapporteerd in "BD4376-101-100 | UO-R901" Structural design (zie bijlage D). Alle belastingen, zoals gewicht, wind en seismisch horizontale belasting zijn op de volledige constructie toegepast, zowel op de boorpalen, kolommen, fundering en beplating. In de berekeningen zijn alle Europese standaards gebruikt in samenspel met de aanvullende nationale regels. Voor seismische berekeningen is Eurocode 8 aangehouden voor een zone met een horizontale versnelling van  $1 \text{ m/s}^2$  (zie bijlage A2).

Voor HVAC worden aparte berekeningen gerapporteerd in OYSTER-EM-CBU-CA-001 (zie bijlage E) wat alle randvoorwaarden bevat waaraan het koelgebouw volgens de nationaal geldende normen moet voldoen.

#### 3.4. Architectuur en vloeroppervlakken

De bouwtekeningen zijn gemaakt door RH DHV en KAAAN architecten (zie bijlage B). Alle vloeroppervlakken, gevelplannen als aanzichten en Isometrische tekeningen met invulling van alle apparatuur zijn aanwezig. Ook zijn hierin details voor de vloeraanhechting aan de gevels meegenomen.

De fundering en boorpalenplan evenals de gebouwstructuur zijn als aanzicht en isometrisch in geheel en detail opgenomen in bijlage B.

#### 3.5. Brandveiligheid

De uitgangspunten voor de brandveiligheid zijn

- De gebruikersfunctie van het gebouw is een technische ruimte
- Er is een lage bezetting (gemiddeld 1 uur per dag gebruik door technicus)
- Toetsing op basis van Bouwbesluit 2012, niveau nieuwbouw.

Voor de brandveiligheid is een aparte strategie gevolgd die de brandveiligheid en overslag van en naar belendende percelen beschouwd. In Bijlage C zijn alle tekeningen met de strategie in tekst opgenomen.

#### 3.6. Normen en Standaards

Het basisontwerp voldoet aan alle bekende normen en standaards welke in de tabellen van hoofdstuk 4 van bijlage A zijn vermeld.

#### 3.7. Componenten

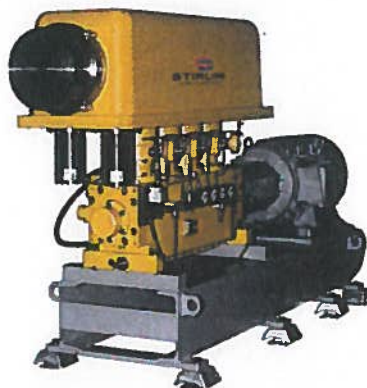
Een lijst van componenten is in annex B van bijlage A opgenomen en bevat alle hoofdmaten en gewichten alsmede de veiligheidsclassificatie.



## 4. Koelinstallatie

### 4.1. Cryogeneratoren

De koelinstallatie levert het benodigde koelvermogen van 1050 W bij 19.5 K. Voor dit doel zijn zes zogenaamde *cryogeneratoren* nodig van het type Stirling SPC-4T (zie figuur 6 en bijlage H).



**Figuur 6:** SPC-4T Helium cryogenerator (1-stuk van 6 stuks die nodig zijn voor het leveren van het benodigde koelvermogen van 1050 W bij 19.5 K).

Het totale tertiaire systeem omvat de zes cryogeneratoren, een spuitstuk waarmee ze verbonden worden op de helium transportleidingen, een buffervat en de regelaars voor het gevraagde koelvermogen. Een P&ID is opgenomen in bijlage K. Een vacuüm systeem is nodig om het systeem te evacueren voordat het gevuld wordt met helium. Een vulstation is nodig voor het vullen van de installatie met 27 bar helium van 300 K. Vanwege het temperatuurbereik van 19.5-300 K is er tijdens opwarmen van het heliumsysteem sprake van een druktoename van 20-27 bar. Om de expansie van het helium intrinsiek veilig te houden is er een buffervat op het dak voorzien dat dit mogelijk maakt. Het buffervat heeft een volume van ongeveer 3 m<sup>3</sup> en is verbonden met het spuitstuk door middel van leidingen. Elke cryogenerator heeft een eigen besturingskast, die worden aangestuurd door een centrale besturing. Deze besturing regelt de benodigde koude productie van de cryogeneratoren afhankelijk van de proces parameters. Om de cryogeneratoren efficiënt te laten werken zijn er drie koelthermostaten voorzien die ieder koelwater van 288 K leveren aan twee cryogeneratoren. Deze koelthermostaten staan op het dak van het koelgebouw evenals de bijbehorende besturing.

### 4.2. Drukvaten en leidingen

Voor het goed en veilig bedienen van de koelinstallatie is apparatuur nodig. Een inventaris van afmetingen, drukken, temperaturen en gewicht is opgenomen in appendix B van bijlage A. Ook binnen het koelgebouw bevinden zich enkele drukkaten die voor de installatie nodig zijn. De specificaties voor drukkaten zijn beschreven in KHC document OYSTER-EM-GME-KS-A01 (zie bijlage J1) en voor leidingen in KHC document OYSTER-EP-GPI-DR-001 (zie bijlage J2).

#### 4.3. Normen en standaards

De veiligheidsfilosofie voor de classificatie van veiligheid en kwaliteit is gemaakt op basis van met KHC afgesproken ASME-normen (zie bijlage I).

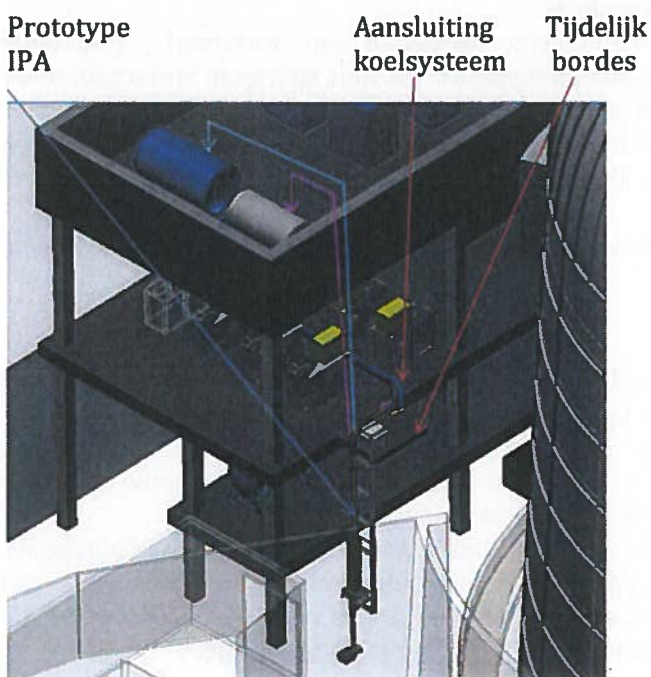
De cryogeneratoren, spruitstuk en heliumtransportleidingen vallen onder de classificatie op SC3/QC3 "commercial grade" KHC QAM gebaseerd op ASME NQA-1 of ISO 9001.

Voor andere componenten binnen het koelgebouw geldt SC3/QC3 ASME Sec.VIII code, KHC QAM gebaseerd op ASME NQA-1

Een deel van de kooldelen valt onder NNC (Non-Nuclear-Class).

#### 4.4. Testopstelling

Voor het testen van de koelinstallatie is het van belang dat er met een *testopstelling* een praktijktest wordt uitgevoerd. Het tertiaire systeem zal door de fabrikant getest worden. Voor het testen van het principe van het secundaire en primaire systeem zal gebruik worden gemaakt van een door KHC gefabriceerd prototype van het IPA. Deze praktijktest faciliteert de controle van de belangrijke parameters van het complete koelsysteem zonder dat er een koppeling is met de reactor. De nucleaire straling die voor de opwarming van de moderator kamer zorgt zal *gesimuleerd* worden met een geschikt verwarmingselement. Voor de praktijktest is waterstof nodig in *de omgeving van het koelgebouw, echter niet in het koelgebouw*, omdat het prototype IPA buiten het koelgebouw zal worden geplaatst (zie figuur 7 en bijlage O). Ook de waterstof vulinstallatie evenals alle andere componenten zullen zich buiten het koelgebouw bevinden.



**Figuur 7:** Locatie testopstelling

## 5. Stralingsbescherming

Vanwege het niet nucleaire karakter is stralingsbescherming bij het koelgebouw niet van toepassing. Wel is het van belang dat tijdens de bouw gelet wordt op werkzaamheden binnen de reactorhal die eventueel een aanpassing van de werkzaamheden daar buiten kunnen geven. Dit vanwege dosistempri die door bepaalde werkzaamheden of transporten voor kunnen komen.

## 6. Milieu

### 6.1. HVAC

De koelinstallatie vraagt om een bepaald elektrisch vermogen dat voor opwarming van het binnenklimaat zorgt. In bijlage E is beschreven wat deze vermogens zijn en wat de daarbij behorende ventilatie behoort te zijn. Rekening is gehouden met alle omgevingsfactoren als ontwerpcondities en alle binnen volumes van de diverse verdiepingen in het koelgebouw. Proces-, regen- en rioolwater afvoer zijn volgens de gestelde normen berekend.

### 6.2. Gassen en opslag

Binnen het koelgebouw wordt met helium en stikstof gewerkt tijdens normaal bedrijf van de uiteindelijke situatie.

Het helium koelsysteem is een gesloten kring en het complete gassysteem zal eenmalig worden gevuld. Bij verlies van helium uit de gesloten kring zal continu worden gemonitord of bijvullen nodig is.

Stikstof wordt gebruikt om een inerte gasdeken om waterstof houdende componenten te leggen. Binnen het koelgebouw bevindt zich geen waterstof, maar wel de regelapparatuur en vaten van het stikstof systeem.

In het koelgebouw zijn zuurstof monitoren voorzien die het percentage aanwezige zuurstof in de lucht monitoren. Verdringing van zuurstof door een van de gassen wordt hierdoor bewaakt.

Buiten het koelgebouw bevindt zich op de begane grond een opslagplaats voor de gebruikte gassen.

### 6.3. Geluidsproductie

De apparatuur binnen het koelgebouw heeft een geluidsproductie die binnen gestelde normen ligt die aan een technische ruimte gesteld worden.

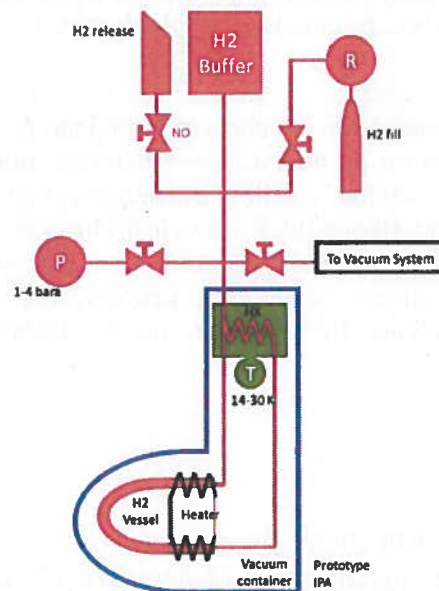
De koelthermostaten die op het dak gestationeerd worden hebben een geluidsproductie van 66 dB op 10 m afstand. Het dak van het koelgebouw heeft een hoge rand van 2.5 m. Dit heeft een dempende werking op het geluid.

Een berekening van de totale geluidsdruk op het RID terrein is uitgevoerd (bijlage M). Uit de onderzoeksresultaten volgt dat het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau vanwege de inrichting inclusief voorgenomen wijzigingen niet meer bedraagt dan de geluidvoorschriften die zijn opgenomen in de vigerende vergunning.



#### 6.4. ATEX voor testopstelling

De waterstof loop van de testopstelling wordt buiten het koelgebouw geplaatst evenals de waterstof vulinstallatie en alle andere componenten die waterstof bevatten (zie figuur 8 voor een flowschema van waterstof bevattende componenten van de testopstelling). De waterstof buffer voor de test opstelling zal op het dak van koelgebouw worden geplaatst, volgens ATEX regels worden aangesloten en beveiligd. Voor de naaste omgeving van het koelgebouw wordt binnen de ATEX voorzien welke maatregelen nodig zijn om de praktijktest veilig uit te voeren (zie bijlage N). Een gedetailleerd ontwerpplan zal aan de hand van het ATEX rapport samen met KHC en subcontractors worden opgesteld. Daarin worden de exacte locaties, P&ID's van de piping, bekabeling, besturing en controle systeem weergegeven. Tekeningen met maten, gewichten en volumes alsmede randvoorwaarden als medium, druk en temperatuur worden opgenomen in dit plan.



**Figuur 8:** Flowschema waterstof bevattende componenten testopstelling

## 7. Procedures en organisatie

### 7.1. Toegankelijkheid koelgebouw

Het koelgebouw is uitsluitend toegankelijk voor personen die de koelinstallatie bedienen en door personen die de installatie onderhouden. Alle personen moeten de bevoegdheid krijgen om toegang te hebben tot het koelgebouw. Deze personen zijn genoemd in de interne vergunningen en de namen staan vermeld bij de ingang van het koelgebouw. Personen die voor onderhoud toegang hebben worden onder begeleiding van de geautoriseerde personen toegelaten en geïnstrueerd. De aanwezigheid van het bedienend personeel in het koelgebouw is beperkt tot enkele uren per dag.

### 7.2. Toegankelijkheid bouwlocatie

De bouwlocatie is onderdeel van de 2<sup>e</sup> beveiligingszone op het RID terrein en is ontoegankelijk voor onbevoegde personen. Indien nodig kan er een extra hekwerk om de waterstof houdende componenten worden gezet.

### 7.3. Beveiligingsvoorzieningen

De beveiligingsvoorzieningen zijn beschreven in bijlage A. Hoofdstuk 5.3 beschrijft alle elektrische systemen en de voorwaarden waaraan die moeten voldoen, zoals bijvoorbeeld de noodverlichting, aarding, bliksembeveiliging, gasdetectie, camera-systemen en inbraakalarm. Hoofdstuk 5.4 beschrijft brandveiligheidssystemen, zoals detectie, bescherming, materialen en de interfaces en randvoorwaarden. Hoofdstuk 5.5 beschrijft water en afvoer, zoals voor proceswater en schoonmaak evenals riolering en regenwaterafvoer. De interfaces met de systemen van het RID worden behandeld.

## 8. Referenties

- [1] Veiligheidsrapport HOR 1995
- [2] zie ook: <http://rid.tudelft.nl/oyster> (gedownload 27/12/2016)

## 9. Bijlagen

- A1 Basic Design Report BD4376
- A2 Civil Design Requirements
- B Tekeningen: Plattegronden koelgebouw
- C Tekeningen: Brandveiligheid koelgebouw
- D Sterkte berekeningen koelgebouw
- E Berekeningen HVAC koelgebouw
- F Bodemonderzoek NEN-5740
- G Bodemonderzoek sonderingen
- H Technische Specificaties SPC-4T Cryogeneratoren
- I Veiligheidsfilosofie OYSTER, blad 23/47
- J1 OYSTER-EM-GME-KS-A01: Specificaties drukvaten
- J2 OYSTER-EP-GPI-DR-001: Specificaties leidingen
- K P&ID OYSTER-EM-HRS-PI-001
- L Tekening OYSTER project, RID
- M Rapport Akoestisch onderzoek, Antea Group
- N Rapport explosieveiligheid Testopstelling, Heinekamp BV
- O IPA test locatie voorstel

