

BEOORDELINGSRAPPORT
van de Kernfysische dienst

Beoordeling van het plan tot definitieve reparatie koelwater uitlaatleidingen HFR

Vergunninghouder	Nuclear Research and consultancy Group v.o.f. (NRG)
Naam installatie	Hoge Flux Reactor (HFR)
Vergunningnummer	SAS/2004166322 d.d. 7 januari 2005, SAS/DVO/2007007892 d.d. 1 februari 2007, SAS/2007066690 d.d. 11 juli 2007 en DGM/Rb/2009012305 d.d. 10 februari 2009 (beschikking)
Vestigingsplaats	Petten
Reactortype	Research reactor (tank in pool)
Aan	Directeur Kernfysische dienst (dKFD)
Van	ToR, PIY en BrG
Datum	3 december 2009
Betreft	Beoordeling van het plan van NRG om twee onderdelen van het primaire koelwatersysteem van de HFR te repareren en de HFR te herstarten en te bedrijven overeenkomstig hetgeen vergund is in de Kernenergiewetvergunning van de HFR te Petten, kenmerk SAS/2004166322 d.d. 7 januari 2005
KFD Projectnummer	N&S 1B.2 (projectnr. oude stijl 507)
Beoordeelde aspecten	Beoordeeld zijn: - het voldoen aan Kernenergiewetvergunning, inclusief de beschikking en - de nucleaire veiligheid, stralingsbescherming en arbeidsveiligheid voor het repareren van de HFR.
Bijlage(n)	2

Samenvatting

De Hoge Flux Reactor (HFR) is een onderzoeksreactor die wordt bedreven en onderhouden door de vergunninghouder Nuclear Research and consultancy Group (NRG). Tijdens visuele inspecties in 2005 zijn vervormingen met wanddikte afname waargenomen in onderdelen van de primaire koelwater uitlaatleidingen. NRG heeft besloten tot definitieve reparatie over te gaan.

Onderhavig rapport geeft een samenvatting van de beoordeling door KFD (Kernfysische dienst, de toezichthoudende overheid) van het plan van NRG tot definitieve reparatie van de koelwater uitlaatleidingen, voor zover dat 3 december 2009 bekend was bij KFD. Tevens is de beoordeling van het SHE risicomangement en het ALARA-plan in dit beoordelingsrapport opgenomen. Beoordeelde aspecten zijn het voldoen aan Kernenergiewetvergunning (inclusief beschikking), nucleaire veiligheid, stralingsbescherming en arbeidsveiligheid voor het repareren van de HFR.

Geconcludeerd is dat geen bezwaar kan worden verleend, onder voorwaarden, op het reparatieplan, het SHE risicomangement plan en het ALARA-plan.

Met in acht name van de genoemde voorwaarden kan NRG de reparatie van de koelwater uitlaatleidingen verder uitwerken en ten uitvoer brengen overeenkomstig het reparatieplan.

Inhoud

- 1. Inleiding**
- 2. Achtergrond**
- 3. Definitieve reparatie**
 - 3.1. Reparatieplan**
 - 3.1.1. Beoordeling
 - 3.1.2. Conclusie
 - 3.2. SHE risicomangement plan**
 - 3.2.1. Beoordeling
 - 3.2.2. Conclusie
 - 3.3. ALARA-plan**
 - 3.3.1. Beoordeling
 - 3.3.2. Conclusie
- 4. Toezichtstrategie KFD**
- 5. Beoordelingsconclusie**

Recente ontwikkelingen

Figuren

Bijlage I: Mock-up

Bijlage II: Niet limitatieve lijst van aandachtspunten voor de beoordeling en inspectie van nadere uitwerkingen van het NRG-reparatieplan

1. Inleiding

De Hoge Flux Reactor (HFR) is vanaf 1961 in bedrijf. De HFR is eigendom van de Europese Commissie en wordt bedreven en onderhouden door de vergunninghouder Nuclear Research and consultancy Group (NRG). Het is een onderzoeksreactor van het type "tank in pool", water gemodereerd en gekoeld, geforceerde koeling en een maximaal thermisch vermogen van 45 MW, zie fig. 1.

Tijdens visuele inspecties in 2005 zijn 4 naar binnen toe gerichte vervormingen met wanddikte afname waargenomen in 2 zogenaamde reducers (conische pijpstukken) die een onderdeel vormen van de koelwater uitlaatleidingen, zie fig. 2, 3, 4 en 5. Deze uitlaatleidingen voeren water voor koeling van de reactor af naar warmtewisselaars, waarna het weer wordt teruggepompt naar de reactor. Dit vormt een gesloten kringloop, het zogenaamde primaire koelsysteem. NRG heeft besloten tot definitieve reparatie over te gaan.

Onderhavig rapport geeft een samenvatting van de beoordeling door KFD (Kernfysische dienst, de toezichthoudende overheid) van het plan van NRG tot definitieve reparatie van de koelwater uitlaatleidingen van de HFR, voor zover dat 3 december 2009 bekend was bij KFD. Tevens is de beoordeling van het SHE risicomanagement en het ALARA-plan in dit beoordelingsrapport opgenomen.

2. Achtergrond

Vanuit de reactorkern van de HFR komt het primaire koelwater van boven af de bottom plug binnen en passeert daarna zijdelings de noordelijke en de zuidelijke reducer van het primaire koelsysteem. De diameter van de reducers is ongeveer 55 cm aan de inlaatzijde en ongeveer 40 cm aan de uitlaatzijde. Het materiaal is aluminium 5052-0. Uitwendig zijn beide reducers omwikkeld met polyetheen band. Elke reducer is enerzijds vastgelast aan de bottom plug en anderzijds aan de primaire leiding. Deze aluminium primaire leiding is omgeven door een koolstofstalen mantelbuis (jacket pipe) die bevestigd is met een flensverbinding, zie figuren 3, 4 en 6. Het geheel van bottom plug, reducers, primaire pijpen en jacket pipes is opgenomen in een beton constructie van ongeveer 2 meter dikte.

De aangetroffen vervormingen duiden op degradatie van de uitlaatleidingen en leiden tot verzwakte plekken in het primaire systeem. Vanuit het standpunt van nucleaire veiligheid is de positie van de vervormingen zeer ongunstig gelegen. De vervormingen liggen namelijk op een laag punt onder de reactor, waardoor deze in geval van lekkage kan leeglopen zodat de reactorcooling verloren gaat. Er dreigt dan kernbeschadiging.

Na de ontdekking in 2005 zijn de vervormingen intensief door NRG geïnspecteerd. Hierbij zijn de vervormingen gekarakteriseerd (contour, locatie en wanddikte) en is de ontwikkeling van de vervormingen gevolgd. Deze 'In Service Inspecties' zijn uitgevoerd in 2006 (2x), 2007 en 2008 en hebben aangetoond dat lokaal de wanddikte tot ca. 3 à 4 mm is afgenomen en in één geval mogelijk tot minder dan 3 mm bij een initiële ontwerpwaaarde van 9,5 mm.

Tijdens uitgebreide inspecties in augustus 2008 werd ter plaatse van één vervorming af en toe een gasbellenspoor waargenomen. NRG besloot daarop zelf de reactor niet zonder meer te herstarten en tot reparatie over te gaan.

NRG inspecties van het primaire koelsysteem en de reactorhal worden beoordeeld door Lloyd's Register, een door de overheid erkende onafhankelijke keuringsinstantie voor nucleaire drukapparatuur. Naar aanleiding van de inspecties in 2008 constateerde Lloyd's Register dat "niet voldaan is aan de eis om het primaire systeem scheur- en lekvrij op te leveren voor ingebruikname".

Reparatie op korte termijn bleek niet mogelijk. Daarom werden door NRG de gevolgen voor de veiligheid van een tijdelijk herstarten van de reactor zonder reparatie onderzocht. NRG concludeerde aan de hand van het onderzoek dat de HFR bij implementatie van aanvullende maatregelen voldoende veilig was voor een tijdelijk bedrijf zonder reparatie en diende daartoe een verzoek in bij de minister van VROM.

Het verzoek werd beoordeeld door de Kernfysische dienst (KFD) en twee externe adviseurs (GRS en FANC). KFD concludeerde dat het risico bij in bedrijfname van de HFR verhoogd was maar na uitvoering van aanvullende maatregelen acceptabel.

Vanwege het belang van de HFR voor de productie van medische isotopen is door de ministers van VROM, EZ, VWS, SZW, V&W, LNV en Justitie op 10 februari 2009 een beschikking afgegeven aan NRG voor het in bedrijf mogen nemen van de HFR tot 1 maart 2010 zonder voorafgaande reparatie, maar wel na het treffen van de nodige veiligheidsverhogende maatregelen. Voor elke herstart moet zijn aangetoond dat:

- een veilig bedrijf is gewaarborgd,
- het bedrijf noodzakelijk is om tegemoet te komen aan de vraag naar medische isotopen en
- het uiterste wordt gedaan om definitieve reparatie zo spoedig mogelijk te doen plaatsvinden.

Naar aanleiding van de besluitvorming heeft het IAEA op verzoek van KFD in de periode van 16 tot en met 18 februari 2009 een Safety Review Mission uitgevoerd naar de problemen van het koelsysteem van de HFR en de aanvullende maatregelen. Het IAEA concludeert dat de beslissing van 10 februari 2009 om de HFR tijdelijk weer in bedrijf te mogen nemen gerechtvaardigd was. Tevens heeft het IAEA enkele veiligheidsverhogende aanbevelingen gedaan, waaronder een peer review op het definitieve reparatieplan van de HFR. Zowel NRG (in december 2009) als KFD (IAEA in januari 2010) laten een peer review uitvoeren.

Voorafgaand aan het opstarten van de HFR in februari 2009 en tijdens de zomerstop eind juli 2009 zijn de vervormingen in de koelwaterleidingen opnieuw gemeten en geïnspecteerd. Hieruit blijkt het degradatieproces langzaam verder te gaan. Geleidelijk neemt de hoogte van de vervormingen toe. Ter plaatse van 2 vervormingen in de noordelijke reducer is de wanddikte afgenomen tot 3 mm of minder.

3. Definitieve reparatie

3.1. Reparatieplan

Onder voorwaarde 10 van genoemde beschikking heeft NRG een reparatieplan van de definitieve reparatie ter beoordeling voorgelegd aan de directeur KFD.

Definitieve reparatie van de reducers HFR; Project Reparatie Plan; NRG-25183/09.95270; rev. nr. E; 1 oktober 2009.

Het reparatieplan behandelt onder meer de volgende onderwerpen.

1. *Projectdoelstelling*
Primaire doelstelling van de definitieve reparatie is het herstellen van de reducers zodanig dat de integriteit van het primaire koelwatersysteem gewaarborgd is voor de resterende levensduur van de installatie (maximaal 12 jaar).
2. *Rootcause*
De oorzaak van de aantasting (rootcause) van de reducers zal weggenomen worden door een waterafsluitende of corrosiewerende laag op de reducers in combinatie met het storten van waterdicht beton rond de reducers.

3. *Herstel mogelijkheden*

Twee principieel verschillende mogelijkheden om de functionaliteit van de reducers te herstellen zullen worden uitgewerkt. Op grond van de conditie van de reducers na verwijderen van het beton zal gekozen worden uit:

- a. reparatie: bestaande reducers worden met objecteigen materiaal hersteld/opgedikt (bijvoorbeeld Cold Spray).
- b. vervanging van bestaande reducers door nieuwe reducers.
Nb. Alternatief is de luikjesvariant: het lokaal vervangen van aangetaste delen door in te lassen platen.

4. *Uitvoering*

Herstel van de reducers wordt uitgevoerd vanaf de buitenzijde na het weghalen van omringend beton. Achtereenvolgens worden ruwweg de volgende werkzaamheden verricht.

- a. Reactorvat fixeren en bottom plug ondersteunen; internals en externals demonteren en afscherming aanbrengen (Densimet).
- b. Reactorvat, primaire koelwaterleidingen en reactorbassin legen.
- c. Vanuit de sub-pile room beton verwijderen tot aan de poolliner. De reducers komen hierbij vrij, zie fig. 7.
- d. Reducers inspecteren. Na evaluatie kiezen voor reparatie of vervanging.
- e. Verwijderen deel mantelbuis.
- f. Bij reparatie: aangetaste delen opdikken (Cold Spray).
Bij vervanging: geometrie inmeten, oude reducers verwijderen, nieuwe reducers fabriceren, inspecteren/testen, plaatsen en inlassen.
- g. NDT inspectie en lektest uitvoeren.
- h. Waterdichte of corrosiewerende laag aan buitenzijde reducers aanbrengen (rootcause wegnemen).
- i. Mantelbuis herstellen (Noordzijde).
- j. Aanbrengen waterdicht beton (inclusief magnetiet kiezels).
- k. Betonkernboringen uitvoeren ter verificatie betoneigenschappen.
- l. Nulmetingen uitvoeren met gevuld systeem als referentie voor toekomstige metingen.
- m. Visuele inspectie en vrijgave voor in bedrijfname.

5. *Veiligheid*

Veiligheid in ontwerp en uitvoering van de werkzaamheden is vastgelegd in het SHE (Safety, Health and Environment) risicomangement plan en het ALARA-plan (As Low As Reasonably Achievable). Hierin wordt de aanpak met betrekking tot conventionele- en stralingsveiligheid beschreven. Het SHE-plan maakt onderscheid tussen procesveiligheid en arbeidsveiligheid. Procesveiligheid heeft betrekking op het ontwerp en bedrijfsvoering van de nucleaire installatie met hulpsystemen, arbeidsveiligheid betreft de handelingen voor voorbereiding, proefreparatie, reparatie en nazorg. Met de betrokkenen worden in teamverband HAZOPs (Hazard & Operability Analysis) en HAZIDs (Hazard Identification) uitgevoerd om risico's te evalueren en waar nodig te beperken.

Het ALARA-plan beschrijft de wijze waarop invulling wordt gegeven aan het ALARA principe tijdens voorbereiding en uitvoering van de reparatie. Hierbij worden limieten gesteld die dienen als ontwerpbasis voor de afscherming.

6. *Kwalificatie*

Herstel van de reducers moet kwalificeerbaar en inspecteerbaar zijn. Daartoe worden kwalificatieplannen opgesteld die gebruik maken van gangbare normen (ASME, DIN, PED (Pressure Equipment Directive)) en mock-ups (testopstelling op werkelijke grootte, zie bijlage I). De kwalificatie wordt beoordeeld en geïnspecteerd door notified body's (met name Lloyd's Register). In het Inspectie- en Testplan worden hold- en witnesspoints over het kwalificatietraject

- overeengekomen met de controlerende instantie.
 Voor de gebruiksfase wordt een inspectie/onderhoudsprogramma vastgesteld.
7. *Planning.*
 Het project wordt gefaseerd uitgevoerd. Enkele karakteristieke data:
- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| Engineering gereed: | 15-12-2009 |
| Start reparatie: | febr. 2010 |
| Einde beschikking: | 1-3-2010 |
| Reparatie gereed cq. HFR in bedrijf: | |
| reparatie (doorlooptijd 22 weken): | juli 2010 |
| vervanging (doorlooptijd 26 weken): | augustus 2010 |
8. *Projectrisico's.*
 Projectrisico's zijn geïnventariseerd en waar mogelijk zijn mitigerende maatregelen aangegeven voor het geval dat:
- reparatie en/of vervanging niet kwalificeerbaar zijn;
 - calamiteit voorafgaand aan 1 maart 2010;
 - na verwijderen beton blijken reparatie noch vervanging mogelijk;
 - voldoende afscherming niet realiseerbaar.
9. *Kwaliteit.*
- Kwaliteit wordt door projectbeheersing gerealiseerd (onafhankelijk: opstellen, beoordelen en goedkeuren).
 - Ontwerp voldoet aan normen en standaards (ASME, DIN)
 - Leveranciers zijn gekwalificeerd.
 - Goedkeur van interne veiligheidscommissie (HSC), externe reactorveiligheidscommissie (ERVC), notified body (Lloyd's Register) en vergunningverlenende instantie (KFD)
 - Uitgewerkt reparatieplan wordt beoordeeld door een Peer Review team, bestaande uit externe, onafhankelijke ervaringsdeskundigen met bewezen expertise.
10. *Organisatie*
 De NRG projectorganisatie kent de volgende deelprojecten:
- civiele techniek;
 - werktuigbouwkunde;
 - HFR-proces (systeem condities, vat internals/externals, werkzaamheden bij bassin en sub-pile room);
 - projectbeheersing (veiligheid, kwaliteit, financiën en planning).
- Daarnaast zijn er enkele stafdiensten voor stralingsbescherming, veiligheid, vergunningen en projectsecretariaat. Deelprojecten en stafdiensten staan onder leiding van een projectmanager die via de productgroepmanager verantwoording aflegt aan de directie van NRG.
 Het projectteam is samengesteld uit NRG-medewerkers en ingehuurde medewerkers voor zover dit specifieke specialismen betreft (beton, ondersteuningsconstructies, projectmanagement). Werkzaamheden voor de reparatie worden met prioriteit verricht.
11. *Documenten*
 De distributie van documenten naar de verschillende partijen is weergegeven in een document distributie matrix. Beoordeling en evaluatie van projectdocumenten is in de document distributie matrix weergegeven.
 Bijvoorbeeld geen bezwaar van KFD, Arbeidsinspectie en Lloyd's Register is vereist voor de documenten ALARA plan en het SHE risicomanagement plan.
 Tevens is geen bezwaar van Lloyd's Register vereist voor het Kwalificatieplan / ITP (Inspectie Test Plan).

3.1.1. Beoordeling

Voorwaarde 10 van de beschikking vereist dat NRG binnen 3 maanden een definitief reparatieplan met daarin een beschrijving van de werkzaamheden en een tijdsplanning ter beoordeling voorlegt aan de directeur KFD.

NRG heeft op 8 mei 2009 het reparatieplan versie B ter beoordeling aangeboden aan KFD. Beoordeling van dit plan resulteerde in een reeks bevindingen betreffende onder meer kwaliteit- en kwalificatieprocedures, beoordeling en goedkeuring van documenten en technische aspecten van de reparatie. Op 24 juni 2009 zijn de bevindingen per brief aan NRG aangeboden met het verzoek een aangepaste versie aan te bieden. Tevens is daarbij de voorkeur (niet dwingend) uitgesproken voor het vervangen van de reducers boven het repareren.

Verwerking van de bevindingen leidde tot revisie D die op 14 juli 2009 ter informatie aan KFD is toegestuurd. Op basis van deze versie heeft intensief overleg plaatsgevonden tussen medewerkers van KFD en NRG wat uitmondde in revisie E van het plan, welke op 8 november 2009 ter beoordeling aan KFD is toegestuurd. Deze revisie van het reparatieplan is beschreven in paragraaf 3.1 en is opnieuw beoordeeld.

3.1.2. Conclusie

Op 3 december 2009 is met het schrijven VI/KFD/2009064059_507_ToR onder voorwaarden "geen bezwaar" verleend voor het reparatieplan revisie E. Deze voorwaarden luiden als volgt.

1. Het reparatieplan is beoordeeld door Lloyd's Register en acceptabel bevonden. Het beoordelingsrapport van Lloyd's Register ontvang ik van u.
2. Ter kennisname ontvang ik van u een planning met wacht- en bijwoonpunten van de reparatie. In overleg met de KFD inspecteur kunnen wacht- en bijwoonpunten worden geselecteerd, waarover de KFD inspecteur tijdig wordt geïnformeerd zo dat deze aanwezig kan zijn.
3. De KFD inspecteur wordt in de gelegenheid gesteld aanwezig te zijn:
 - bij het verlagen van het waterniveau van het reactorbassin;
 - bij het meten van het dosistempo na het boren van gaten in het beton voordat een persoon in de open geboorde ruimte gaat werken.
4. Voordat tot daadwerkelijke reparatie van de reducers wordt overgegaan (na weghalen van het beton), zal de keuze van de reparatiemethode aan Lloyd's Register en mij ter beoordeling worden aangeboden.
5. De documenten "Technische Specificaties/Programma van eisen" en "Kwalificatieplan/ITP" volgens bijlage B worden door Lloyd's Register beoordeeld en gelijktijdig aan mij ter beoordeling aangeboden voor aanvang van de reparatie. De betreffende beoordelingsrapporten van Lloyd's Register worden aan mij ter informatie toegestuurd.
6. Het document "Site Acceptance Test" volgens bijlage B wordt door Lloyd's Register beoordeeld en tezamen met het beoordelingsrapport van Lloyd's Register aan mij ter informatie toegestuurd voor aanvang van de reparatie.
7. Documenten genoemd in het hoofdstuk "Referenties" vormen geen onderdeel van het hierbij verleende geen bezwaar op het reparatieplan.
8. Uitgewerkte plannen, inclusief sterkteberekeningen en uitvoeringswijze, van alle civiele werkzaamheden (fixatie reactorvat, ondersteuning bottom plug en bottom plug liner, slopen en herstellen betonconstructies e.d.) alsmede de situatie na reparatie worden door een onafhankelijke deskundige instantie beoordeeld. Het beoordelingsrapport van deze deskundige instantie ontvang ik ter informatie van u voor aanvang van de reparatie.
9. NRG stelt een overzicht op van maatregelen en/of voorwaarden welke specifiek tijdens de reparatie periode van kracht zijn en in welke documenten deze maatregelen en/of voorwaarden zijn opgenomen (VTS, instructies e.d.). Dit overzicht wordt ter beoordeling aan mij toegezonden voor aanvang van de reparatie.

10. Na voltooiing van de reparatie zal de HFR alleen worden herstart na mijn verklaring van geen bezwaar. Uw verzoek tot herstart zal ondersteund worden door een onderbouwde verklaring waar uit blijkt dat de gerepareerde HFR aan alle gestelde eisen voldoet en veilig in gebruik kan worden genomen. De criteria waaraan deze verklaring dient te voldoen, moeten voor aanvang van de reparatie met mij zijn afgestemd.

Tenslotte is meegedeeld dat KFD het IAEA zal uitnodigen voor een missie in de periode van 11 tot en met 15 januari 2010 ter beoordeling van de reparatie van de HFR, en dat het resultaat van deze missie zal worden meegewogen in het oordeel voor herstart van de gerepareerde HFR.

3.2. SHE risicomanagement plan

Beoordeeld is het volgende rapport:

SHE risicomanagement; Reparatietraject Bottom Plug Liner Reducers HFR; NRG-25183/09.94834; rev. nr. C; 9 april 2009.

NRG beschrijft in dit rapport op hoofdlijnen de wijze waarop de risico's op het gebied van arbeidsveiligheid en procesveiligheid tijdens het reparatietraject van de Bottom Plug Liner Reducers (BPLR) kunnen worden geïdentificeerd, geëvalueerd en beheerst. Arbeidsveiligheid heeft betrekking op de handelingen voor voorbereiding, proefreparatie, reparatie en nazorg, procesveiligheid betreft het ontwerp en bedrijfsvoering van de nucleaire installatie met hulpsystemen.

Bij de uitvoering van het project worden een veiligheidskundige en een stralingsdeskundige betrokken voor de ondersteuning bij de risicobeoordelingen. De (deel)projectleiders zijn verantwoordelijk voor de uitvoering van de risicobeoordelingen en de implementatie in de werkplannen. Bij de beoordeling van het rapport door KFD is nagegaan of het rapport het reparatietraject voldoende omvat, of het rapport voldoende duidelijk is en welke aandachtspunten er zijn voor het toezicht van KFD tijdens het reparatietraject.

3.2.1. Beoordeling

Met betrekking tot arbeidsveiligheid en procesveiligheid wordt aangegeven dat de volgende veiligheidsstudies voorafgaand aan het reparatietraject worden uitgevoerd:

- Hazard Identification (HAZID), tijdens definitiefase;
- Hazard and operability study (HAZOP), tijdens de ontwerpfase;
- Taakrisicoanalyse (TRA) voorbereidingen HFR-installatie;
- Taakrisicoanalyse (TRA) civieltechnische voorbereidingen;
- Taakrisicoanalyse (TRA) proefreparatie;
- Taakrisicoanalyse (TRA) definitieve reparatie en
- Taakrisicoanalyse (TRA) in bedrijfstelling.

Deze veiligheidsstudies zijn methodieken die zijn gekoppeld aan de projectfasering: initiatiefase, definitie fase, ontwerp, voorbereiding, uitvoering en nazorg. In het vervolg van het rapport is de inhoud van elk van de veiligheidsstudies vastgesteld: doelstellingen, input (consumables), deelnemers, output (deliverables) en uitvoeringsverantwoordelijke. Met het uitvoeren van elk van deze methodieken komt informatie beschikbaar die wordt gebruikt in de daarop volgende projectfase(n). Zo zijn in het rapport de volgende producten (output) geformuleerd:

1. Uit de HAZID komen:
 - i. Lijst met geïdentificeerde gevaren ten behoeve van het ontwerpteam.
 - ii. Requirements met betrekking tot proces- en arbeidsveiligheid.
2. Uit de HAZOP komt:

- i. Lijst met geïdentificeerde gevaren, verbeterpunten en beheersaspecten ten behoeve van het ontwerpteam.
3. Uit de TRA's komen respectievelijk:
- i. Veilige en uitvoerbare beschrijvingen ten behoeve van de voorbereidende werkzaamheden aan de HFR-installatie.
 - ii. Veilige en uitvoerbare werkplannen ten behoeve van de civieltechnische voorbereidingen.
 - iii. Een veilig en uitvoerbaar werkplan ten behoeve van de proefreparatie.
 - iv. Een veilig en uitvoerbaar werkplan ten behoeve van de definitieve reparatie.
 - v. Een veilig en uitvoerbaar werkplan ten behoeve van de in bedrijfstelling.
(De Reactor Manager is verantwoordelijk voor de inbedrijfstelling waaronder worden verstaan alle daaraan verbonden beproevingen en controles)

De output is niet terug te vinden als specifieke documenten in de documenten index (NRG 25183/09.95184). De arbeidsveiligheid is waarschijnlijk gecondenseerd in het ALARA-plan (NRG25183/09.95420/D), de diverse werkplannen en het Veiligheids- en Gezondheidsplan (NRG25183.98573). De procesveiligheid is waarschijnlijk terug te vinden in de diverse werkplannen.

Voor het rapport kan een geen bezwaarverklaring worden verleend rekening houdend met de volgende aandachtspunten. Omdat er waarschijnlijk geen specifieke output-documenten zijn of worden gemaakt is controle op de volledigheid van veiligheidsaspecten in de werkplannen niet eenvoudig uit te voeren. De projectleiding bij NRG dient daarom een extra controle uit te voeren op de werkplannen met betrekking tot de verwerking van de resultaten van de veiligheidsstudies. Ook is dit een aandachtspunt voor inspecties door KFD.

3.2.2. Conclusie

Voor het rapport SHE risicomanagement; Reparatietraject BPLR HFR (NRG-25183.09.94834 versie C) kan een verklaring van geen bezwaar worden gegeven met aantekening van de volgende voorwaarden.

- Bij de uitvoering van het project van de reparatie van de BPLR dient de projectleiding bij de werkplannen een extra controle uit te voeren op de volledigheid van de verwerking van de resultaten van de in het rapport genoemde veiligheidsstudies.
- De resultaten van HAZID, HAZOP en TRA's moeten schriftelijk en herkenbaar worden vastgelegd in de werkplannen en het veiligheids- en gezondheidsplan.

KFD zal bij inspecties aandacht besteden aan de verwerking van de resultaten van de veiligheidsstudies.

3.3. ALARA-plan

Beoordeeld is het volgende rapport:

ALARA-plan; Reparatietraject Bottom Plug Liner Reducers HFR; NRG-25183/09.95420/D; rev. nr. D; 24 september 2009.

NRG beschrijft in dit rapport het kader voor de stralingsbescherming tijdens de voorbereidingsfase en de uitvoeringsfase van de reparatie van de Bottom Plug Liner Reducers. Hierbij wordt invulling gegeven aan het ALARA-principe van de stralingsbescherming. Het plan is van toepassing voor alle personen die betrokken zijn bij de reparatie en geeft verder criteria aan voor bescherming van de omgeving tegen besmetting en bestraling. Bij de beoordeling van het rapport door KFD is nagegaan of het rapport het reparatietraject voldoende omvat, of het rapport voldoende duidelijk is

en welke aandachtspunten er zijn voor het toezicht van KFD tijdens het reparatietraject.

3.3.1. *Beoordeling*

Het rapport beschrijft het kader van de stralingsbescherming voor dit project en geeft in tabel 3.1 de limieten door het toepassen van het ALARA-principe van de stralingsbescherming die voor dit project gelden. Deze limieten vallen binnen de wettelijke limieten en de limieten in de vergunning van de HFR. Vergelijking met maximale individuele dosis die bij onderhoud in de Kernenergiecentrale Borssele (KCB) worden opgelopen geeft aan dat de maximale limiet in het ALARA-rapport van 5 milliSievert hoger is dan de 3 milliSievert die door ALARA-maatregelen bij de KCB kan worden bereikt. De unieke aard van de reparatie van de HFR en de geplande intensieve afschermingsmaatregelen rechtvaardigen echter deze hogere limiet.

Stralingsniveau: de inspanningen die NRG levert in het kader van het ALARA-principe zijn niet gedetailleerd in het rapport vermeld, maar in de vakgesprekken is naar voren gekomen dat intensieve technische maatregelen worden genomen om het stralingsniveau bij het werken aan de reducers te beperken tot maximaal 100 microSievert per uur.

Inwendige besmetting: in het ALARA-rapport wordt geen bijzondere aandacht besteed aan de beperking van inwendige besmetting van de werkers. In de vakgesprekken werd aangegeven dat de nodige beschermende maatregelen worden genomen, zoals die worden vastgelegd in de interne toestemming die door de Algemeen Stralingsdeskundige van NRG zal moeten worden verleend. NRG moet in het bijzonder aandacht besteden aan de mogelijke inwendige besmettingen bij de verwijdering van de laatste laag beton rond de reducers, het verwijderen van de (defecte delen van) de reducers en de mantelbuis en bij het lassen aan de reducers.

Indeling van radiologische werkers: het indelen van radiologische werkers is geen onderdeel van het ALARA-rapport maar is een verantwoordelijkheid van de Algemeen Stralingsdeskundige van NRG. In het ALARA-rapport wordt hiertoe verwezen naar de Uitvoeringsregeling-02 (UR-02) zoals die binnen NRG is vastgesteld. Bij de beoordeling wordt opgemerkt dat UR-02 is gemaakt voor reguliere werkzaamheden bij NRG en dat de reparatie niet gerekend kan worden tot de reguliere werkzaamheden van NRG. Als gevolg hiervan zal NRG ook moeten toetsen aan de regels voor classificatie van blootgestelde werkers zoals die in het Besluit Stralingsbescherming zijn vastgesteld. KFD hanteert in het algemeen het standpunt dat het werken in een gecontroleerd gebied van een nucleaire installatie (het containment) het risico inhoudt dat de effectieve jaardosis hoger kan zijn dan 6 milliSievert. Het ALARA-plan gaat uit van beperking van de geplande dosis maar houdt geen rekening met onverhoopte ongeplande dosis. Op grond van deze afwegingen wordt beoordeeld dat een indeling van de blootgestelde werkers in categorie A nodig zal zijn. Dit is een aandachtspunt voor de Algemeen Stralingsdeskundige van NRG en bij het toezicht door KFD.

3.3.2. *Conclusie*

Het ALARA-rapport geeft een degelijke analyse van de geplande risico's en stelt duidelijke limieten waarbij rekening is gehouden met intensieve technische maatregelen om de straling zoveel als mogelijk te beperken. Daarom kan een verklaring van geen bezwaar worden gegeven met aantekening van de volgende voorwaarden.

- In het ALARA-rapport is geen bijzondere aandacht besteed aan de mogelijke kans op inwendige besmettingen tijdens de werkzaamheden. NRG zal hieraan aandacht moeten besteden.

- Bij de beoordeling is gebleken dat de blootgestelde werkers moeten worden ingedeeld in categorie A.

4. Toezichtstrategie KFD

Na ontdekking van het degradatieproces van de reducers voldeed het primair koelsysteem van de HFR niet meer aan de eisen van integriteit die de vergunning stelt. Op 10 februari 2009 is een beschikking afgegeven aan NRG voor het in bedrijf mogen nemen van de HFR tot 1 maart 2010 zonder voorafgaande reparatie, maar wel na het treffen van enkele veiligheidsverhogende maatregelen. Vanaf 1 maart 2010 is deze beschikking niet meer van kracht en valt NRG weer onder de eisen van de vergunning. Omdat degradatie van reducers niet is toegestaan in de vergunning betekent dit dat vanaf 1 maart 2010 de HFR niet in bedrijf genomen mag worden. Alleen na succesvol herstel van de reducers kan de HFR weer aan de voorwaarden van de vergunning voldoen en mag deze, na een verklaring van geen bezwaar van KFD, weer in bedrijf gaan.

KFD is intensief betrokken geweest bij voorbereiding van de reparatie:

- maandelijks voortgangsoverleg NRG, Lloyd's Register en KFD. Op de agenda staan onder andere: planning, organisatie, kwalificaties, reparatieplannen, techniek en risico's;
- expert overleg: technisch inhoudelijke zaken kunnen in specialist meetings/vakgesprekken tussen NRG, Lloyd's Register en KFD besproken worden;
- maandelijks rapporteert NRG schriftelijk aan KFD over de voortgang in de vorm van een voortgangsrapportage;
- NRG verzorgt presentaties aan KFD en betrokken beleidsmedewerkers van de directie Risicobeleid om te informeren over de aanpak en de stand van zaken van de reparatie;
- Op het gebied van arbeidsomstandigheden tijdens de reparatie werkt KFD samen met de Arbeidsinspectie. Inspecteurs van KFD en Arbeidsinspectie hebben diverse beproevingen bijgewoond, zoals:
 1. het legen van het reactorvat. Van belang hierbij is de straling die vrij kan komen naar de omgeving;
 2. het slopen van het beton in de betonnen mock-up.

Het reparatieplan stelt eisen aan het proces en het eindresultaat van de reparatie. KFD heeft het reparatieplan beoordeeld op het voldoen aan de Kernenergiewetvergunning inclusief de beschikking, nucleaire veiligheid, stralingsbescherming en arbeidsveiligheid. Geconcludeerd is dat onder voorwaarden geen bezwaar kan worden verleend. Dit betekent dat NRG de reparatie mag uitvoeren. Wel moet, voor aanvang van de reparatie, geen bezwaar van KFD verleend zijn op de plannen ALARA en SHE (Safety Health and Environment), zodat veilig en gezond kan worden gewerkt. Op grond van de gestelde voorwaarden en zoals in het reparatieplan is overeengekomen ontvangt KFD van NRG enkele documenten, ter beoordeling of ter informatie.

Tijdens de voorbereidingen en uitvoering van de reparatie doet KFD steekproefsgewijs (document)inspecties en zal een KFD inspecteur aanwezig zijn bij vooraf overeengekomen wacht- en bijwoonpunten. Bijlage II geeft een niet limitatieve lijst van aandachtspunten voor de beoordeling en inspectie van nadere uitwerkingen van het NRG-reparatieplan.

Lloyd's Register beoordeelt keuringseisen en (las)kwalificaties en houdt toezicht op de uitvoering van de reparatie van de drukvoerende delen van het primair koelsysteem. Het ontwerp en de uitwerking van civiele werkzaamheden worden eveneens door een onafhankelijke keuringinstantie beoordeeld.

Voor herstart van de HFR na reparatie is nog een geen bezwaar van KFD vereist. Hiertoe moet NRG een onderbouwde verklaring voorleggen waar uit blijkt dat de gerepareerde HFR aan alle gestelde eisen voldoet en veilig in gebruik kan worden genomen. Onvoorzien problemen worden uiteindelijk dus ondervangen door de vereiste verklaring van "geen bezwaar" van KFD voor herstart. Deze benadering komt tegemoet aan de gefaseerde opbouw van en de onzekerheden in het project van de vergunninghouder en verschaft flexibiliteit in het KFD toezicht.

Nucleaire veiligheid:

- tijdens het bedrijf tot 1 maart 2010.
Op grond van de beschikking zijn enkele extra veiligheidsverhogende maatregelen vereist en zijn tevens aanvullende voorwaarden gesteld, waarmee de nucleaire veiligheid voldoende is gewaarborgd;
- tijdens de reparatie.
Tijdens de reparatie is de HFR niet in bedrijf. De kern is uitgenomen en veilig opgeslagen in pool-2 (DM-cell pool). Nucleaire veiligheid is gewaarborgd;
- na succesvol herstel.
Na een succesvol herstel van de reducers is de oorspronkelijk vergunde situatie hersteld, waarmee aan de eisen van nucleaire veiligheid is voldaan.

5. Beoordelingsconclusie

Het reparatieplan voor definitieve reparatie van de koelwater uitlaatleidingen is beoordeeld. Geconcludeerd wordt dat hierop onder voorwaarden geen bezwaar kan worden verleend.

Het SHE risicomanagement plan en het ALARA-plan zijn eveneens beoordeeld. Geconcludeerd wordt dat hierop onder voorwaarden geen bezwaar kan worden verleend.

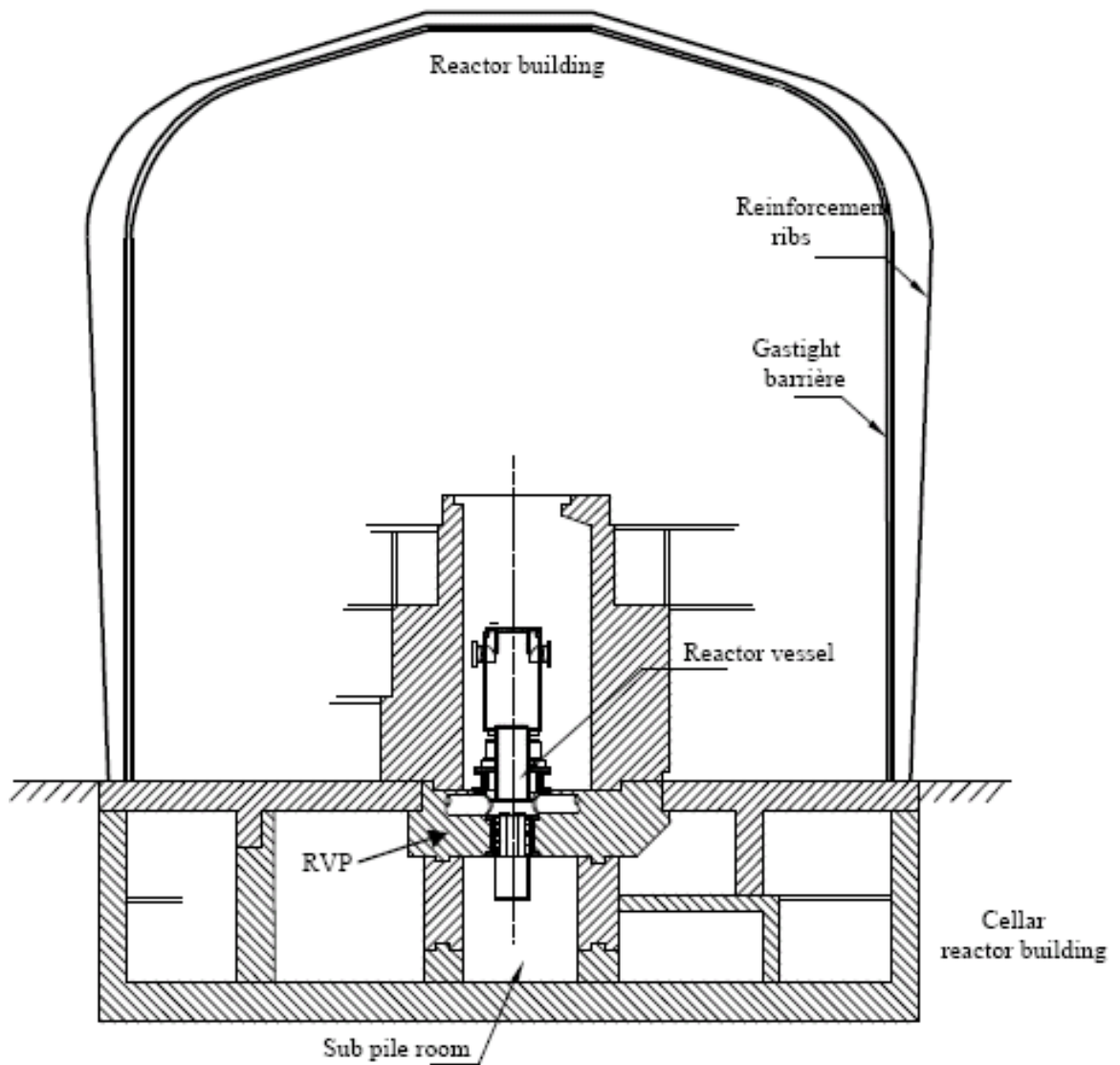
Met in acht name van de genoemde voorwaarden kan NRG de reparatie van de koelwater uitlaatleidingen verder uitwerken en ten uitvoer brengen overeenkomstig het reparatieplan.

Recente ontwikkelingen

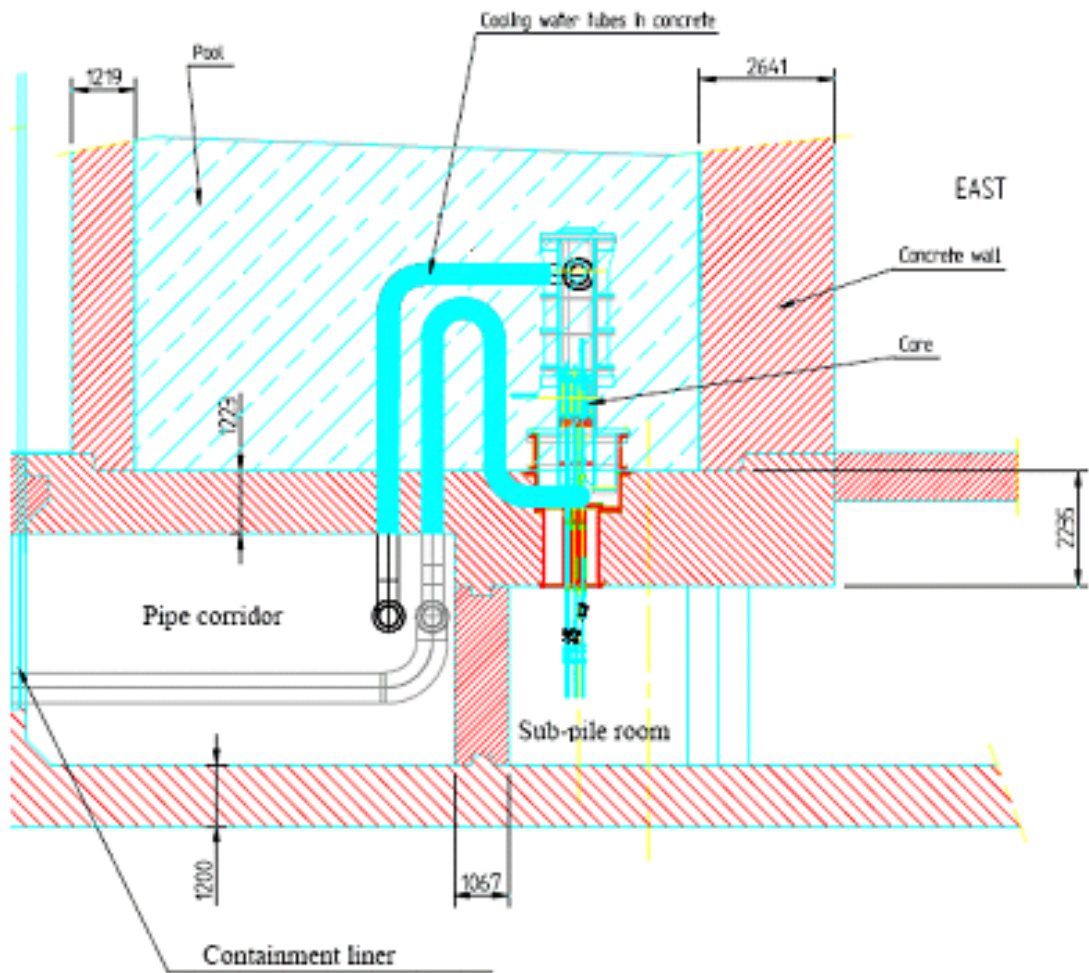
Na 3 december 2009 hebben zich nog enkele belangrijke ontwikkelingen voorgedaan.

- Cold Spray blijkt niet geheel kwalificeerbaar en valt daarmee af als herstelkans. Met name de taaiheid van het opgebrachte materiaal en de hechting op de ondergrond blijken onvoldoende.
- Als alternatief voor het geheel vervangen van de reducers blijkt het mogelijk lokaal aangetaste delen te vervangen door in te lassen platen (luikjesvariant).
- Uit berekeningen blijkt het fixeren van het reactorvat niet nodig. Volstaan wordt met het ondersteunen van de reactorbassinbodem vanuit de sub-pile room.
- Om straling naar het containment en skyshine te verminderen wordt de bovenkant van het reactorbassin met betonplaten gedicht. (Stralingsafscherming voor werkers rond de te repareren reducers wordt bewerkstelligd met lokaal rond de reactor aan te brengen Densimet)
- Beton wordt gesloopt tot 10 cm onder de liner, d.w.z. tot halverwege de dikte van de bovenste laag wapening. Een deel van het beton blijft dus gehandhaafd.

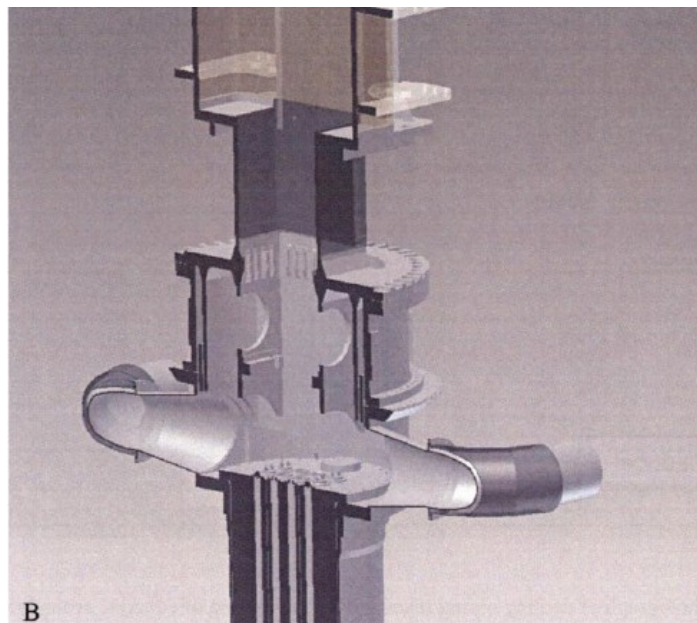
FIGUREN



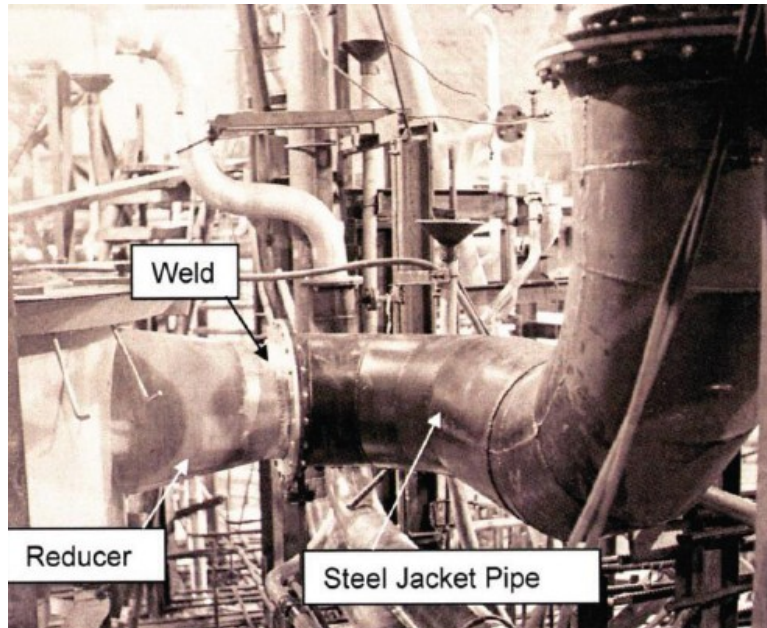
Figuur 1: Dwarsdoorsnede van het reactorgebouw met het reactorvat en de sub-pile room.



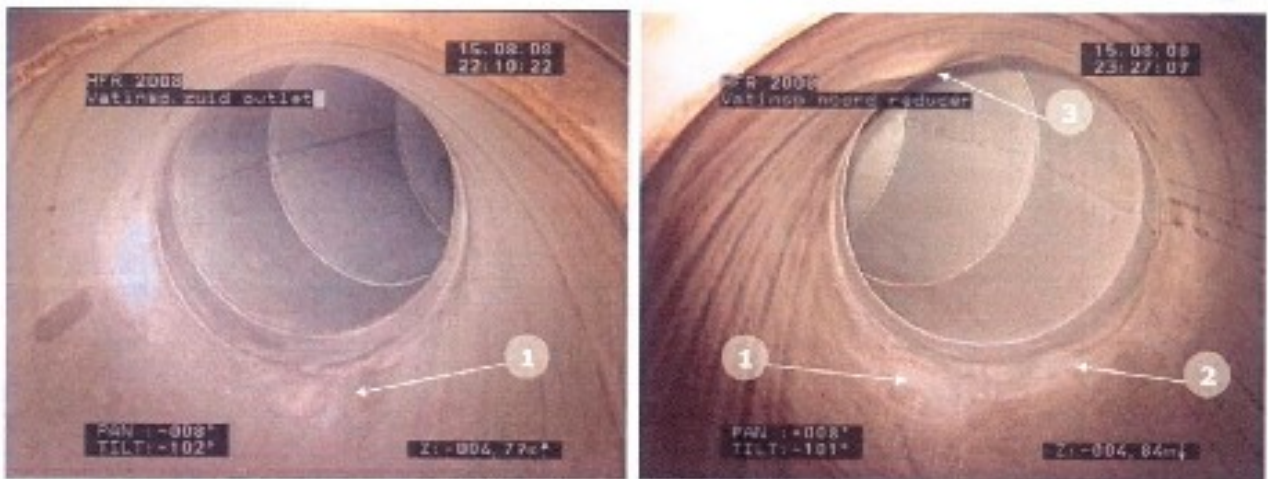
Figuur 2: Schematische weergave van de reactor in het reactorbassin, de koelwater inlaat- en uitlaatleidingen en de sub-pile room (maten in mm).



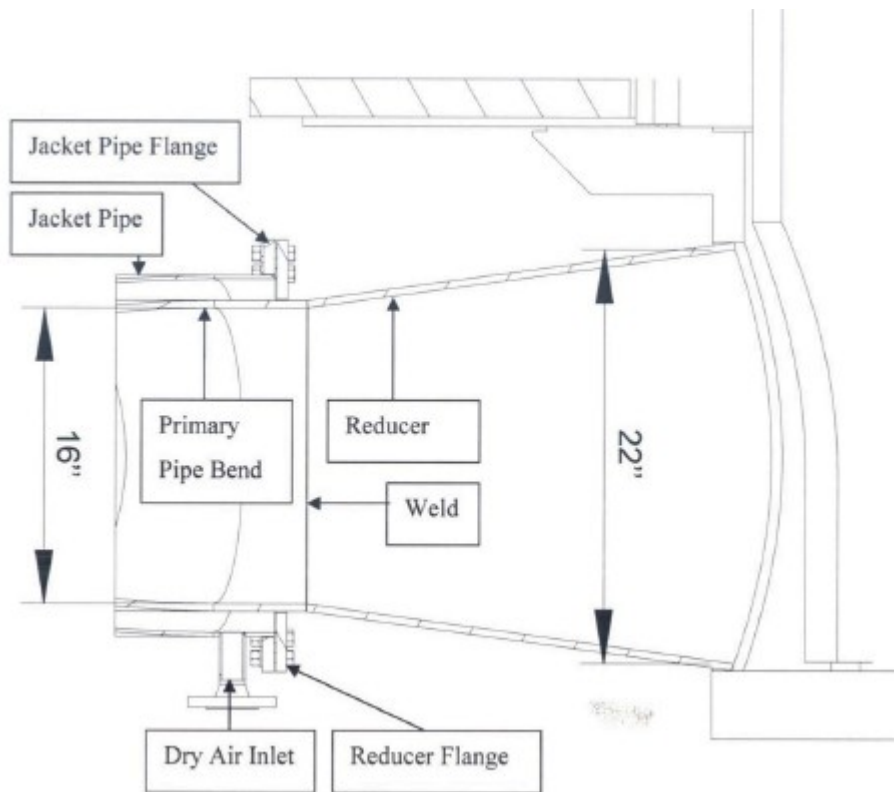
Figuur 3: Opengewerkte 3D weergave van het onderste deel van het reactorvat, de Bottom Plug Liner en de reducers.



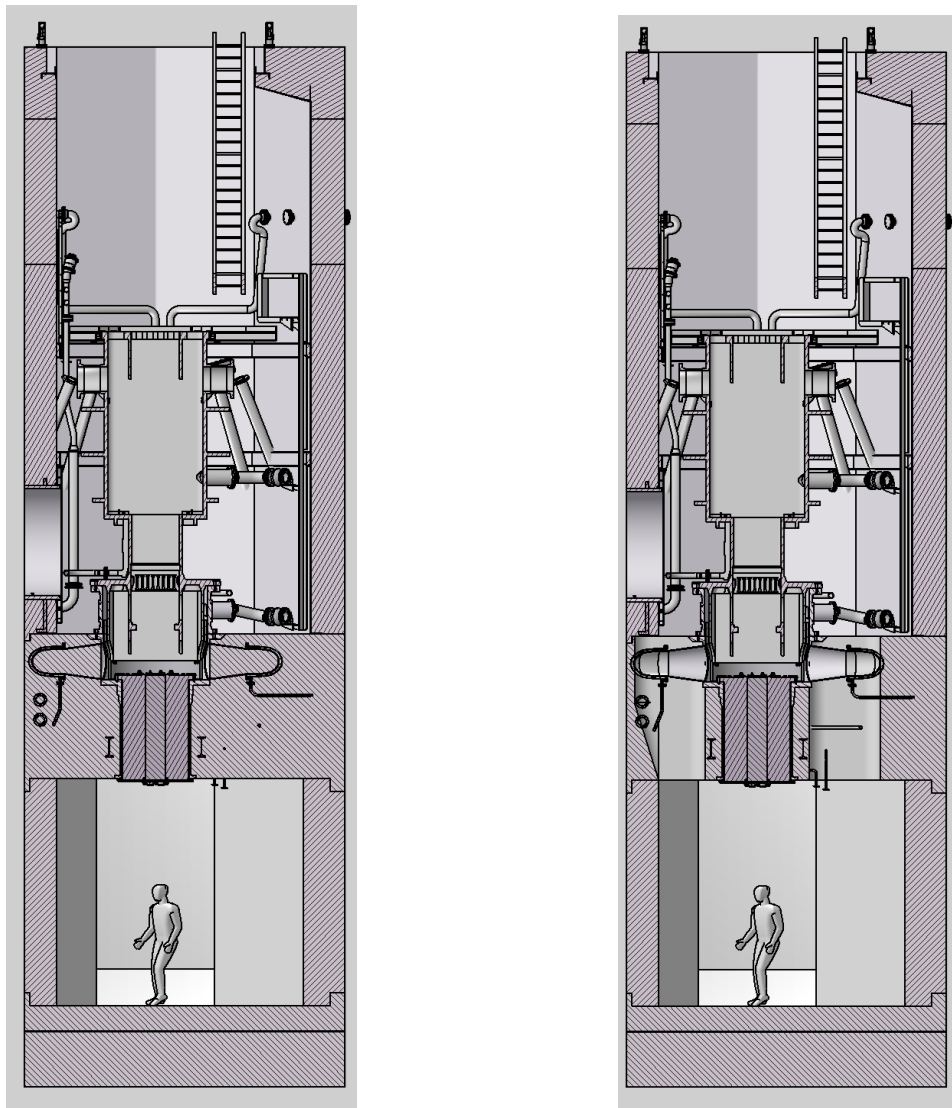
Figuur 4: Foto van de noordelijke reducer voor het storten van beton.



Figuur 5: Vervormingen in de zuidelijke reducer (links 1*) en de noordelijke reducer (rechts 3*). Tijdens inspecties in 2008 is een gasbellenspoor aangetroffen in vervorming 2 van de noordelijke reducer.



Figuur 6: Vereenvoudigde tekening van een reducer met eerste bochtsegment en Jacket Pipe.



Figuur 7: Dwarsdoorsnede over reactorvat en sub-pile room. Links voor de reparatie en rechts na verwijderen van het beton.

Bijlage I: Mock-up

De mock-up is een modelopstelling op ware grootte van een symmetrische helft van de bottom plug liner met reducer, koelwater uitlaatleiding en mantelbuis, als geheel ingegoten in beton ter dikte van de reactorbassinbodem (2,3 m). Met de mock-up kan de reparatie worden geoefend, getest en gekwalificeerd. Om het werken van onderaf vanuit de sub-pile room te simuleren is de mock-up op een stelling gebouwd. Op basis van kernboringen uit het originele beton is het beton van de mock-up vrijwel gelijkwaardig aan de bestaande situatie: stapeling van magnetietstenen gevuld met cementpap.

Met behulp van een groot aantal kernboringen (diameter 10 cm, lengte 2,1 m) is een werkruimte gemaakt met een doorsnede van 1,1 * 1,5 m². Wapening aan de onderzijde, in het plafond van de sub-pile room, is verwijderd. Rond de reducer is het beton met elektrische handapparatuur weggehakt tot ca. 10 cm onder de liner, d.w.z. tot halverwege de dikte van de bovenste laag wapening. Theoretisch blijft er dan 6 cm ruimte tussen bovenkant reducer en wapening.

Daarna is de reparatie geoefend door het inspecteren van de reducer, het uitnemen van slechte plekken (wanddikte kleiner dan 8 mm, initieel 9,5 mm), het inlassen van luikjes en het inspecteren en lektesten. Na het lassen is een 0,3 mm dikke zinklaag opgespoten (Cold Spray is voor deze toepassing een bewezen techniek). Tenslotte is het geheel omwikkeld met polyurethaan tape.

Vervolgens is de wapening hersteld, een onderbekisting aangebracht en de werkruimte weer volgepompt met beton via een buis vanuit de sub-pile room. Het gebruikte beton is zelfverdichtend C28/35 XC3 met een soortelijke massa van tenminste 3500 kg/m³ door vulling met gebroken magnetiet (0 - 20 mm). Krimpscheuren en loze ruimten zijn opgevuld met injectie. Een week na het storten is het beton op sterkte.

Een aparte mock-up, in de vorm van een gesimuleerde werkruimte, is gebruikt voor het oefenen en testen van het lassen en het repareren van de mantelbuis. Het afdichten van de mantelbuis vindt plaats door het plaatsen van een stralingsbestendig rubberen manchet gemaakt van gegoten polyurethaan (Adiprene L100 van Chemtura).



Figuur I.1: Mock-up voorafgaand aan storten van beton.



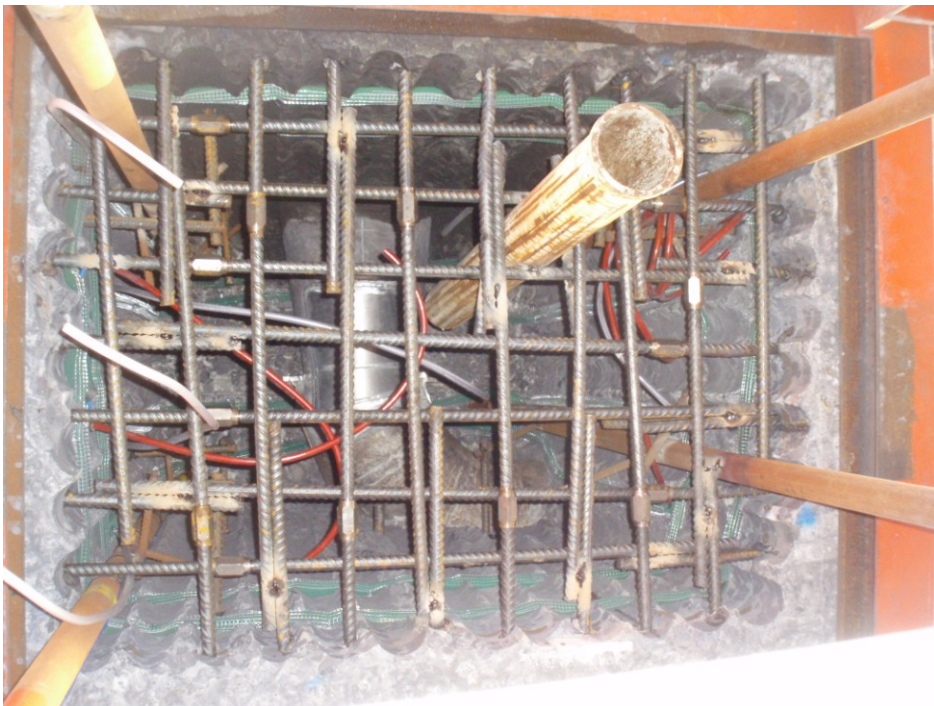
Figuur I.2: Mock-up na het storten en ontkisten, tijdens kernboren.



Figuur I.3: Mock-up: reparatie reducer in geboorde werkrimte. De grote opening verschaft toegangsruimte voor reparatie van binnen uit.



Figuur I.4: Mock-up: na reparatie reducer.



Figuur I.5: Mock-up: wapening onderzijde hersteld.

Bijlage II

Niet limitatieve lijst van aandachtspunten voor de beoordeling en inspectie van nadere uitwerkingen van het NRG-reparatieplan

Ontwerp- en procesveiligheid

- implementatie resultaten HAZOP, HAZID, TRA's
- ondersteuning reactorvat, verwijdering of afscherming regelstaafaandrijving/ doorvoering
- zettingen primair systeem voor aanvang, na legen reactorbassin, slopen beton, slopen reducers
- afvoer van sloopmaterialen, bescherming vitale componenten tegen stof en besmetting,
- detectie en afvoer van besmette sloopmaterialen
- werkwijze bij het ontmoeten van leidingen en bewapening tijdens het slopen
- sterkteberekening reactorbassin na het sloopwerk
- stralingsniveau aan het einde van het betonslopen
- uitwendig oppervlakte- onderzoek reducers
- bepaling omvang uit te nemen "luikjes" en controle gatverzwakking en –versterking
- chemische analyse, etc. om te controleren of het uitgenomen materiaal aan de specificatie voldoet
- lasproeven oud op nieuw, insluitsels, voids, buigproef, trekproef, kerfslagwaarde
- kwalificatie sterktecontroles en resultaten materiaal- en lasproeven door LR (Lloyd's Register)
- kwalificatie lassers en lasmethoden (LR)
- evaluatie lasproces, warmtebehandeling, afkoelproces, krimpspanningen leidingwerk, zettingen (LR)
- dichtheidscontroles, vervanging waterpersproef (LR)
- nulmetingen voor ISI (LR)
- sloop, opbouw en bevestiging manteldelen (LR)
- druktest mantels en kunststof flenzen voorafgaand aan aanbrengen nieuw beton (LR)
- galvanische scheiding staal- aluminium
- afscherming aluminium tegen invloeden vanuit beton
- herstel van overige in beton gegoten leidingen
- herstel van bewapening
- aanbrengen van nieuw beton, hechting, massadichtheid, krimp, samenstelling, vulling, ontluchting
- sterktecontrole en lekdichtheid na aanbrengen van nieuw beton, controle materiaaleigenschappen
- opnieuw aanbrengen en testen van regelstaafaandrijvingen
- besluit aangaande het wegnemen van de vatondersteuning
- controles na wegnemen Densimet afscherming en aanbrengen constructies in reactorbassin
- proefdraaien primair systeem met dummy kern en onderkritische kern, debietmetingen, zettingen
- verantwoordelijkheid reactormanager bij ontmantelen, reparatie, aankleden en inbedrijfstellen reactor
- inspectie-/onderhoudsprogramma voor gebruiksfase
- wacht- en bijwoonpunten

Arbeidsveiligheid

- implementatie resultaten HAZOP, HAZID, TRA's
- bescherming en bewaking bij werken in besloten ruimten, temperatuur, ventilatie, verlichting
- bescherming tegen inademen van stof
- betrouwbaarheid van afdichting tussen reactorbassin en opslagbassin, waterlekdetectie
- geoefendheid slopers en reparateurs (training in mock-ups)
- logboek, periodiek werkoverleg, workshops, instructies
- wacht- en bijwoonpunten

Stralingsbescherming

- inwendige besmetting bij slopen, repareren en beproeven
- afvoer van sloopmateriaal naar buiten de reactorhal en verder
- beperking aantallen stralende objecten in opslagbassin
- afscherming reactorbassin bovenzijde

- toevoer van betonmengsel van binnen of van buiten de reactorhal, onderdruk reactorhal
- wacht- en bijwoonpunten
- dosisregistratie, logboek, periodiek werkoverleg, workshops, instructies
- controle afscherming na reparatie