



Ministerie van Economische Zaken

# Nationaal Rapport HOR

Over de stresstest van de Hoger Onderwijs Reactor van de TU Delft naar aanleiding van het kernogeval in Fukushima



# Nationaal Rapport HOR



## **Over de stresstest van de Hoger Onderwijs Reactor van de TU Delft naar aanleiding van het kernongeval in Fukushima**

Datum  
November 2013

# Inhoud

<b>Inhoud</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1 Stresstest Hoger Onderwijs Reactor	3
<b>2 Doel en reikwijdte van het Nationaal Rapport</b>	<b>5</b>
2.1 Doel en reikwijdte	5
2.2 Aard van de stresstest en relatie met andere veiligheidsevaluaties	5
2.3 Continue verbetering	5
<b>3 Organisatie en planning van de beoordeling door het bevoegd gezag</b>	<b>7</b>
3.1 Bevoegd Gezag	7
3.2 Beoordelingsproces stresstest HOR	7
3.4 Communicatie	7
<b>4 Resultaten stresstest en beoordeling bevoegd gezag</b>	<b>8</b>
4.1 Algemene gegevens van de inrichting	8
4.1.1 Hoger Onderwijs Reactor (HOR)	8
4.1.2 Conclusie bevoegd gezag	8
4.2 Aardbeving	9
4.2.1 Conclusie bevoegd gezag	9
4.3 Overstroming	9
4.3.1 Conclusie bevoegd gezag	9
4.4 Extreme weersomstandigheden	9
4.4.1 Conclusie bevoegd gezag	10
4.5 Verlies van elektrische voeding en mogelijkheden voor warmteafvoer	10
4.5.1 Conclusie bevoegd gezag	10
4.6 Beheersing van ernstige ongevallen	11
4.6.1 Conclusie bevoegd gezag	11
4.7 Andere extreme gevaren	11
4.7.1 Conclusie bevoegd gezag	12
<b>5 Conclusie</b>	<b>13</b>
<b>Appendix</b>	<b>15</b>
<b>A.1 Lijst van geïdentificeerde verbetermaatregelen</b>	<b>16</b>
<b>A.2 Beoordeling Kernfysische Dienst van de stresstest HOR</b>	<b>19</b>

# 1 Inleiding

Op 11 maart 2011 werd Japan getroffen door een zware aardbeving, gevolgd door een tsunami die grote delen van de oostkust trof. De natuurramp kostte duizenden mensen het leven en veroorzaakte enorme schade aan Japanse steden en de infrastructuur. Door het extreme natuurgeweld raakten ook meerdere nucleaire installaties bij Fukushima in de problemen. Hoewel na de aardbeving de kernreactoren van Fukushima automatisch werden stopgezet, ontstond bij vier reactoren een ernstige situatie vanwege de nakomende tsunami. Door verlies van koelmogelijkheden en elektrische voeding is bij drie reactoren kernsmelt opgetreden. Hierbij is radioactiviteit vrijgekomen en in de omgeving van de kerncentrale verspreid, waarop maatregelen genomen moesten worden zoals evacuatie.

Dit leidde tot een wereldwijde zorg over de nucleaire veiligheid van kerninstallaties. Een herhaling van een dergelijke gebeurtenis moet worden voorkomen. Daarom verklaarde de Europese Raad op 24 en 25 maart 2011: "de veiligheid van alle kerncentrales in de EU moet worden geïnspecteerd op basis van een uitgebreide en transparante risicobeoordeling ('stresstest')".

Alle EU-lidstaten met kerncentrales en de landen Zwitserland en Oekraïne hebben in de periode daarna een nieuwe beoordeling van de veiligheid (stresstest, ook wel robuustheidsonderzoek genoemd) van die centrales uitgevoerd. Daarnaast heeft Nederland de uitbaters van de overige nucleaire installaties, bijv. van de onderzoeksreactoren in Delft en Petten, gevraagd om op vrijwillige basis ook een stresstest uit te voeren.

De stresstest van de kerncentrales moet voldoen aan de vereisten en kwaliteitscriteria zoals die door de European Nuclear Safety Group (ENSREG) zijn opgesteld<sup>1</sup>. De ENSREG-specificaties zijn, in aangepaste vorm, ook toegepast op de overige nucleaire installaties. De stresstest betreft de mogelijke gevolgen van extreme natuurlijke omstandigheden, zoals aardbevingen en overstromingen, voor de veiligheid van de nucleaire installaties, ongevalsbeheersing en het verlies van elektrische voeding en warmteafvoermogelijkheden conform de eisen van ENSREG. In aanvulling hierop heeft de minister van Economische Zaken (EZ) geëist dat ook rekening wordt gehouden met gebeurtenissen met een menselijke oorzaak, zoals bijv. een explosie, een brand of een vliegtuigongeluk.

Het primaire doel van de stresstest is de veiligheidsmarges van de centrales vast te stellen boven de gestelde ontwerpisen, en mogelijkheden om deze marges te vergroten te identificeren. Het onderzoek bestaat uit de volgende vier onderdelen:

- Beschrijving van de voorzieningen die zijn opgenomen in de ontwerpbasis van de installaties en in hoeverre de installaties voldoen aan de ontwerpisen.
- Evaluatie van de beschikbare veiligheidsmarges in de ontwerpbasis.
- Beoordeling van de marges buiten ontwerp; in welke mate de installaties blootgesteld kunnen worden buiten hun ontwerpbasis totdat ernstige schade optreedt aan de installaties en ongevalsbeheersmaatregelen (zowel veiligheids- als bedrijfssystemen) een radioactieve lozing naar de omgeving niet meer kunnen voorkomen, waardoor maatregelen nodig zijn om de bevolking te beschermen.
- Evaluatie van de organisatorische en technische mogelijkheden om een ernstig ongeval te bestrijden.

## 1.1 Stresstest Hoger Onderwijs Reactor

De Technische Universiteit Delft (TUD) heeft als vergunninghouder van de Hoger Onderwijs Reactor (HOR) tweemaal een stresstestrapport opgesteld voor deze installatie. In eerste instantie zijn vanwege het beperkte vermogen van de HOR en de geringe gevaarzetting in vergelijking met

---

<sup>1</sup> Experts van ENSREG hebben een gemeenschappelijke kader vastgesteld (de zogenaamde 'specificaties') met strikte richtlijnen voor bijvoorbeeld de analysemethode, de afbakening van het onderzoek, de planning en de rapportagevorm.

kerncentrales specifieke afspraken gemaakt over de aanpak en uitvoering van de stresstest, waarbij de rapportage globaal de onderwerpen van de ENSREG specificaties behandelt. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het rapport dat 29 februari 2012 is ingediend bij de Minister van Economische Zaken. Bij de beoordeling van dit rapport zijn aanvullingen op en verduidelijking van de analyse gevraagd. De TU Delft heeft daarop besloten een nieuw stresstestrapport op te stellen volgens het volledige pakket aan eisen uit de ENSREG specificaties, inclusief een analyse van de veiligheidsmarges. Dit stresstestrapport ('Complementary Safety margin Assessment of the HOR' (May 30, 2013, version 2.0) is 31 mei 2013 ingediend bij de Minister van Economische Zaken en vervangt het eerdere rapport.

#### *Leeswijzer*

In dit Nationaal Rapport HOR wordt de beoordeling van het bevoegd gezag over het stresstestrapport beschreven. In hoofdstuk 2 worden eerst het doel en de reikwijdte van de stresstest en van dit Nationaal Rapport weergegeven. De organisatie en planning van de beoordeling door het bevoegd gezag worden beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de beoordeling van het bevoegd gezag over het stresstestrapport per onderwerp gegeven. Vervolgens geeft hoofdstuk 5 de eindconclusie van het bevoegd gezag over de stresstest van de Hoger Onderwijs Reactor van de vergunninghouder TU Delft.

## **2 Doel en reikwijdte van het Nationaal Rapport**

### **2.1 Doel en reikwijdte**

TUD is de vergunninghouder van de nucleaire installatie Hoger Onderwijs Reactor te Delft. De reactor wordt beheerd door het Reactor Instituut Delft (RID), een onderdeel van de TUD. Aangezien het hier geen kerncentrale betreft, werd de stresstest (ook wel robuustheidonderzoek) in aangepaste vorm uitgevoerd ten opzichte van de specificaties die in Europees verband zijn afgesproken en door ENSREG voor kerncentrales zijn vastgelegd. Dit heeft geresulteerd in een stresstestrapport van TUD dat kan worden gevonden op:

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kernenergie/europese-stresstest-kerncentrales>.

In aanvulling op de Europese specificaties, heeft de Minister van EZ geëist dat de gevolgen voor de veiligheid van gebeurtenissen met menselijke oorzaak (zoals een explosie of een brand) ook in de stresstest mee worden genomen.

Dit Nationaal Rapport HOR bevat de beoordeling door het bevoegde gezag van het stresstestrapport over de Hoger Onderwijs Reactor van de vergunninghouder TU Delft.

### **2.2 Aard van de stresstest en relatie met andere veiligheidsevaluaties**

De veiligheid van alle nucleaire installaties in Nederland wordt beoordeeld op basis van het algemene toezicht vanuit de overheid en uitgebreide deterministische en probabilistische onderzoeken.

Het stresstestonderzoek concentreert zich enkel op een deterministisch onderzoek van gepostuleerde extreme omstandigheden, zoals zware aardbevingen, grote overstromingen, extreem weer en mogelijke combinaties daarvan. In het onderzoek wordt verder aangenomen dat de veiligheidsvoorzieningen hoe dan ook één voor één falen, zonder rekening te houden met wat de kans op dat falen is.

Op die manier wordt in de stresstest nagegaan hoe robuust de installatie is, dat wil zeggen welke marge er in de bescherming door aanwezige veiligheidsvoorzieningen zit, ongeacht welke marge er wenselijk is.

De 'test' is afgerond als de situatie is bereikt waarin ernstige schade aan de installatie niet meer vermeden kan worden. Op deze wijze wordt onderzocht wat de veiligheidsmarges zijn en welke mogelijkheden er zijn om die marges verder te vergroten. De vergroting van de marges, de 'robuustheid', kan verkregen worden door zowel technische aanpassingen als door procedurele maatregelen.

### **2.3 Continue verbetering**

De vergunninghouder is op basis van de kernenergiewetgeving en zijn vergunning verplicht om (controleerbaar) de nucleaire veiligheid van zijn kerninstallatie voortdurend te onderzoeken en te evalueren. Dit wordt internationaal aangeduid met 'continuous improvement'.

Belangrijk instrument waarmee deze 'continuous improvement' wordt uitgevoerd zijn de verplichte periodieke veiligheidsevaluaties, waarbij de resultaten aan de Minister moeten worden voorgelegd. De veiligheidsevaluaties zijn evaluaties van de voorzieningen die de nucleaire veiligheid (en de effecten ervan in de omgeving) van de installatie moeten waarborgen. De te evalueren voorzieningen zijn van technische, operationele, personele en organisatorische aard. Elke 10 jaar wordt bijvoorbeeld een uitgebreide periodieke evaluatie uitgevoerd met betrekking tot nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, de zogenoemde 10EVA's. Voor de periode 2000 – 2010 is voor de HOR een 10EVA uitgevoerd.

Verder is in de Regeling implementatie richtlijn nr. 2009/71/Euratom inzake nucleaire veiligheid (Stcrt. 2011, nr. 12517) de mogelijkheid opgenomen dat de vergunninghouder ook op last van de Minister van EZ tussentijds een verslag behoort te overleggen. Dit geeft de Minister de mogelijkheid te reageren op eventuele incidenten en ontwikkelingen op het gebied van nucleaire

veiligheid. De stresstest naar aanleiding van het ongeval in Fukushima past bij dit streven naar continue verbetering van de nucleaire veiligheid.

## **3 Organisatie en planning van de beoordeling door het bevoegd gezag**

### **3.1 Bevoegd Gezag**

In Nederland is de Minister van Economische Zaken (EZ) het bevoegd gezag voor de uitvoering van de Kernenergiewet. Het ministerie van EZ<sup>2</sup> is verantwoordelijk voor de wet- en regelgeving, beleid en vergunningverlening wat betreft nucleaire veiligheid, radioactief afval en transport, en de toepassing van radioactieve stoffen. Alle nucleaire installaties in Nederland, inclusief de Hoger Onderwijs Reactor, hebben een vergunning nodig van de Minister van EZ. Deze vergunning op grond van de Kernenergiewet wordt verleend na een uitgebreide veiligheidsbeoordeling.

De Kernfysische Dienst (KFD) is de nucleaire inspectiedienst die onder de algemene verantwoordelijkheid van de Minister van EZ voor de Kernenergiewet verantwoordelijk is voor het toezicht op en de beoordeling van de nucleaire installaties (inclusief de handhaving). Organisatorisch vormt de KFD een onderdeel van de bredere inspectiedienst voor Leefomgeving en Transport (ILenT) van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM).

### **3.2 Beoordelingsproces stresstest HOR**

Bij brief van 1 juni 2011 heeft de Minister van EZ aan de TU Delft gevraagd om een stresstest uit te voeren. Daarbij is opgedragen om de uitgangspunten van de stresstest voor kerncentrales te hanteren en waar mogelijk de specificaties van ENSREG te volgen. In aanvulling daarop heeft de Minister gevraagd ook ongelukken te onderzoeken die veroorzaakt kunnen worden door menselijk handelen of moedwillige verstoringen.

Op 29 februari 2012 heeft vergunninghouder TUD haar stresstestrapport aan het ministerie van EZ aangeboden. Bij de beoordeling van dit rapport zijn aan de TU Delft aanvullingen op en verduidelijking van de analyse gevraagd. De TU Delft heeft daarop besloten een nieuwe stresstestrapport op te stellen. Dit stresstestrapport ('Complementary Safety margin Assessment of the HOR' (May 30, 2013, version 2.0) is 31 mei 2013 ingediend bij de Minister van Economische Zaken en vervangt het eerdere ingediende rapport.

Dit Nationaal Rapport HOR geeft de beoordeling van het tweede stresstestrapport over de Hoger Onderwijs Reactor van de TU Delft.

Bij de beoordeling werd het bevoegd gezag ondersteund door de onafhankelijke deskundigen van onder anderen de Kernfysische Dienst, de Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), Rijkswaterstaat en het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW).

### **3.4 Communicatie**

Bij de hele stresstest zijn en worden de door ENSREG vastgelegde principes voor openheid en transparantie gevolgd. De rapporten van vergunninghouder en overheid zijn openbaar. Wel wordt rekening gehouden met nationale wetgeving en internationale verplichtingen, ook op het gebied van beveiliging. Het ministerie van EZ heeft de stresstestrapporten en tevens dit Nationaal Rapport op <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kernenergie/europese-stresstest-kerncentrales> gepubliceerd.

---

<sup>2</sup> met name de Programmadirectie Nucleaire Installaties en Veiligheid (NIV)



## 4 Resultaten stresstest en beoordeling bevoegd gezag

Per afzonderlijk onderwerp van de stresstest over de HOR wordt eerst een korte inleiding over het onderwerp gegeven. Daarna volgt de beoordeling van het bevoegd gezag over het betreffende onderwerp. De onderwerpen die aan de orde komen zijn:

1. Algemene gegevens van de locatie,
2. Aardbeving,
3. Overstroming,
4. Extreme weersomstandigheden,
5. Verlies van elektrisch vermogen en verlies van warmteafvoermogelijkheden,
6. Beheersing van ernstige ongevallen,
7. Andere extreme gevaren.

Dit hoofdstuk kan het beste in samenhang met de brief dat het ministerie van Economische Zaken aan de vergunninghouder TUD op 1 juni 2011 heeft verstuurd<sup>3</sup>, en het rapport 'Complementary Safety margin Assessment of the HOR'<sup>4</sup> gelezen worden.

### 4.1 Algemene gegevens van de inrichting

#### 4.1.1 Hoger Onderwijs Reactor (HOR)

De Hoger Onderwijs Reactor is onderdeel van de faculteit Technische Natuurwetenschappen van de Technische Universiteit Delft. De HOR ligt op het terrein van de TU Delft, ongeveer 2 km ten zuiden van het centrum van Delft. De reactor wordt beheerd door het Reactor Instituut Delft (RID).

De HOR is een zogenaamde 'tank-in-pool-type' onderzoeksreactor waarvan het reactorvat in een bassin (250 m<sup>3</sup>) geplaatst is. Het nominaal thermisch vermogen is 2 MW, volgens de vergunning mag de reactor op maximaal 3 MW voor een beperkte tijd (1 uur) draaien. De bouw van de reactor werd in 1958 aangevangen, en na 6 jaar, in 1964, werd de reactor voor het eerst kritisch.

De reactor gebruikt splijtstofplaten met laag verrijkt uranium als brandstof, water als moderator en beryllium als neutronenreflector. Het bassin bestaat uit twee secties (75 m<sup>3</sup> en 175 m<sup>3</sup>) die van elkaar gescheiden kunnen worden. Het bassin dient ook als opslag van bestraalde splijtstofelementen. Het water in de bassins dient als afscherming en voor koeling van radioactieve objecten in de bassins. De reactor wordt gebruikt als neutronenbron voor onderzoeksdoeleinden.

#### 4.1.2 Conclusie bevoegd gezag

In het hoofdstuk wordt in het algemeen een uitgebreid overzicht gegeven over de locatie en de HOR. Toch is voor een aantal onderwerpen weinig informatie verstrekt en is aanvullende informatie gewenst, met name voor de drie volgende onderwerpen:

Onder andere in de beschrijving van de beheersing van de insluiting van radioactieve stoffen wordt weinig informatie verstrekt. Hier wordt voornamelijk aan de vierde veiligheidsbarrière (het containment met ventilatiesysteem) aandacht besteed en niet aan de andere drie barrières (splijtstofmatrix, de splijtstofbekleding/ omhulling en het primair systeem).

In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van de reactiviteitsbeheersing goed beschreven, maar het wordt niet duidelijk of de systemen die hiervoor nodig zijn onder alle omstandigheden gegarandeerd functioneren. Er is niet voldoende duidelijk gemaakt of de ontwerpanalyses ook nog

---

<sup>3</sup> [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)

<sup>4</sup> [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)

geldig zijn in geval van extreme gebeurtenissen en of ondercriticaliteit ook in dergelijke omstandigheden gewaarborgd is.

De TU Delft heeft zich in het rapport beperkt tot de reactorhal. De andere gebouwen en gebouwdelen binnen de inrichting, zoals de experimenteerhal en de (radionucliden)laboratoria, zijn over het algemeen niet meegenomen in de analyses van de stresstest. Hierdoor is niet duidelijk of er geen ongewenste effecten zijn van extreme gebeurtenissen op deze andere gebouwen, gebouwdelen of de inventaris, en of er als gevolg daarvan geen bedreigingen kunnen optreden voor de reactor.

## **4.2 Aardbeving**

Nederland is een regio met betrekkelijk lage seismische activiteit. Er bestaan twee verschillende soorten aardbevingen: natuurlijke aardbevingen en aardbevingen geïnduceerd door exploratie naar aardgas.

Voor de HOR is geen ontwerpbasis t.a.v. aardbevingen (Design Basis Earthquake DBE) vastgesteld. De TU Delft heeft naar aanleiding van haar onderzoek meerdere verbetermaatregelen voorgesteld, onder andere een seismische evaluatie van de schoorsteen en de mogelijke inslag daarvan op het reactorgebouw.

### **4.2.1 Conclusie bevoegd gezag**

Het bevoegd gezag onderschrijft de door de TU Delft aangedragen verbetermaatregelen. Daarnaast is het bevoegd gezag van mening dat de vergunninghouder TU Delft een zogenaamde "seismic walkdown" uit moet voeren, zodat meer inzicht wordt verkregen in het gedrag van systemen, structuren en componenten (SSC's) in geval van een aardbeving. In het stresstestrapport ontbreekt namelijk een gedetailleerde evaluatie van de seismische risico's en de aanwezige marges, aangezien voor de HOR een ontwerpbasis t.a.v. aardbevingen ontbreekt. Onderzocht moet worden of er bepaalde SSC's kwetsbaar zijn en er moet worden beoordeeld of mogelijke verbeteringen in de installatie door te voeren zijn.

## **4.3 Overstroming**

De HOR ligt ongeveer 15 kilometer van de Noordzee vandaan, op een hoogte van -1,2 meter NAP (Normaal Amsterdams Peil). Het water in de omgeving wordt kunstmatig op -2,8 meter NAP gehouden door pompstations bij de Delftse Schie. Het kanaal Delftse Schie ligt ongeveer 800 meter ten westen van de HOR. De ontwerpoverstroming (Design Basis Flood DBF) van de HOR is 2,4 meter boven grondniveau (+1,2 meter NAP).

### **4.3.1 Conclusie bevoegd gezag**

De vergunninghouder heeft een duidelijke analyse van de overstromingsrisico's uitgevoerd. De marges voor de overstromingen zijn bepaald door het stapsgewijs verhogen van het waterniveau. Daarbij is beschreven bij welke waterniveaus verschillende SSC's falen.

In het rapport wordt beschreven dat in geval van een te verwachten overstroming als voorzorgsmaatregel besloten kan worden de reactor af te schakelen. Echter, procedures hiervoor ontbreken. Het bevoegd gezag is daarom van mening dat processen en procedures voor overstromings-situaties opgesteld moeten worden.

## **4.4 Extreme weersomstandigheden**

In de stresstest heeft de vergunninghouder verschillende extreme weersomstandigheden beschouwd die als ontwerpbasis voor de verschillende systemen, constructies en componenten (systems, structures & components, SSC's) zijn gebruikt. In haar analyse van de extreme weersomstandigheden heeft de TUD de volgende weersomstandigheden geëvalueerd:

- Extreme hoge en lage buitentemperaturen,
- Extreem harde wind, windvlagen en wervelwinden,
- Windprojectielen en hagel,
- Zware regenval,
- Zware sneeuwval,

- IJsvorming in pijpleidingen of watertanks,
- Blikseminslag,
- Mogelijke combinaties van bovenstaande weersomstandigheden.

#### **4.4.1 Conclusie bevoegd gezag**

De robuustheid van gebouwen tegen extreme weersomstandigheden is in verschillende mate van detail aangetoond. Voor een aantal weersomstandigheden is een ontwerpbasis vastgesteld, echter niet voor alle. Om de robuustheid van de gebouwen tegen extreme weersomstandigheden beter in beeld te brengen is een nadere evaluatie van locatiespecifieke omstandigheden nodig.

### **4.5 Verlies van elektrische voeding en mogelijkheden voor warmteafvoer**

Tijdens normaal bedrijf (vermogen van de reactor is 2 MW) wordt de reactor gekoeld via geforceerde circulatie van water door de kern. De primaire ultieme heat sink bestaat bij de HOR uit de atmosfeer; de warmte van de reactor wordt via een warmtewisselaar overgedragen aan het secundaire koelsysteem, dat vervolgens de warmte overdraagt in twee torens naar de atmosfeer. De alternatieve ultieme heat sink bestaat uit het reactorbassin. Dit bassin kan de vervalwarmte opnemen door opwarming van het water (convectiekoeling). Uiteindelijk zal het water gaan koken, waarbij de warmte afgevoerd wordt naar de atmosfeer in het containment. Hier is geen stroom voor nodig.

De HOR krijgt haar stroom van het openbare elektriciteitsnet. Als de stroom wegvalt, gaat de reactor automatisch uit. Op het terrein is een dieselgenerator aanwezig dat bij stroomuitval o.a. zorgt voor de verlichting en informatievoorziening. De dieselgenerator is niet nodig voor de afvoer van restwarmte uit de kern, aangezien het reactorbassin de vervalwarmte opneemt.

De TU Delft heeft meerdere mogelijkheden beschreven om de robuustheid van de reactor verder te vergroten. Onder andere heeft de TU Delft een studie aangekondigd om de koelcapaciteit te onderzoeken bij verlies van het water in het reactorbassin.

#### **4.5.1 Conclusie bevoegd gezag**

De vergunninghouder heeft een uitgebreide analyse uitgevoerd voor de invulling van dit onderwerp. De TU Delft heeft duidelijk gemaakt dat een uitval van stroom geen direct veiligheidsprobleem vormt, aangezien de passieve koeling door de watervoorraad in het bassin ruim voldoende is. Desondanks is het verlies van vermogen een ongewenste situatie omdat dan informatie over de toestand van de reactor niet of moeilijk te verkrijgen is. De vergunninghouder heeft in haar lijst met verbetermaatregelen onder andere opgenomen de noodzaak voor het monitoren van de toestand van de reactor tijdens verlies van elektrische voeding te onderzoeken (verbetermaatregel S9). Het bevoegd gezag is van mening dat dit niet alleen bij een onderzoek moet blijven. De vergunninghouder dient de autonomietijd te vergroten en voorzieningen voor alternatieve voeding te prepareren voor noodsituaties. Tevens is er een procedure nodig die beschrijft hoe er omgegaan wordt met een langdurig verlies van elektrisch vermogen met de verschillende fases en mogelijke complicaties. Vooraf moet duidelijk zijn welke systemen voor informatievoorziening, dataopslag, monitoring en toegang nodig zijn tijdens de afhandeling van een (langdurig) ernstig ongeval en hoe de daarvoor benodigde elektrische spanning wordt verzekerd.

Het verlies van de primaire ultieme heat sink (al dan niet in combinatie met verlies van voeding) leidt niet tot een situatie waarin gevreesd moet worden voor kernschade of -smelt. Het aanwezige bassinwater, dat in een dergelijk geval als alternatieve heat sink kan worden beschouwd, is ruim voldoende om de vervalwarmte langdurig af te voeren en daarmee de kern gekoeld te houden. In geval ook de alternatieve heat sink faalt (bijvoorbeeld door breuk van een koelwaterleiding en daarmee verlies van bassinwater) dan is nu nog onduidelijk in hoeverre kernschade en/of -smelt kan worden voorkomen.

Het bevoegd gezag onderschrijft de verbetermaatregelen van de TU Delft ten aanzien van het verlies van elektrische voeding en primaire ultieme heat sink. Daarnaast dient onderzocht te worden in hoeverre suppletie vanuit het brandblussysteem of de aanwezige voorraadtanks het verlies aan koelwater zal kunnen compenseren en, indien dit niet het geval blijkt, in hoeverre luchtkoeling of het installeren van een kernsproeisysteem kernschade zou kunnen voorkomen.

Verder dient onderzocht te worden welke mogelijkheden er zijn om het leeglopen van het bassin bij een breuk van de onderste koelleiding te voorkomen en welke maatregelen een dergelijke breuk kunnen isoleren. De TU Delft moet onderzoeken hoe lang de kern voldoende gekoeld blijft in het geval dat de regelstaven niet in positie gebracht kunnen worden.

## **4.6 Beheersing van ernstige ongevallen**

Als beheerder van de HOR is het Reactor Instituut Delft (RID) verantwoordelijk voor de veiligheid. Na een alarm of een incident binnen het RID wordt in eerste instantie de ongevalbestrijding gedaan door de bedrijfshulpverleningsorganisatie (BHVO) van het RID. Binnen de BHVO wordt een beleidsteam gevormd, dat de activiteiten van de BHVO, de stralingsbeschermingdienst van het RID, de lokale hulpdiensten, en overheden coördineert.

### **4.6.1 Conclusie bevoegd gezag**

De kans van optreden van een ernstig ongeval wordt door de TU Delft vanwege het relatief kleine vermogen van de reactor (2 MW thermisch) en de grote hoeveelheid koelwater dat beschikbaar is als laag geschat. Hierdoor is door de TU Delft, vergeleken met een vermogensreactor, over het algemeen relatief minder aandacht besteed aan mitigerende maatregelen en de ongevalorganisatie. Dit komt tot uiting bij de analyses over of de organisatie en de beschikbare middelen en systemen in voldoende mate in staat zijn om

- ernstige ongevallen aan te kunnen,
- te kunnen mitigeren bij een ernstig ongeval,
- een uitstoot van radioactieve stoffen naar de omgeving te voorkomen.

Het bevoegd gezag is daarom van mening dat de TU Delft niet ver genoeg gegaan is met de analyses van de mogelijkheden om om te gaan met situaties waarin de reactor in de problemen komt en veiligheidssystemen falen.

De vergunninghouder dient daarom de mogelijke (extreme) scenario's als gevolg van de gebeurtenissen in het stresstrapport verder uit te werken zodat de belangrijkste te nemen veiligheidmaatregelen bepaald kunnen worden. Een voorbeeld van een extreem scenario is het uitgangspunt dat de regelstaven niet vallen en daarnaast het koelwater ontbreekt door welke oorzaak dan ook (zie ook paragraaf 4.5.1). Uit deze aanvullende analyse dient te blijken dat de TU Delft de gevolgen van een dergelijk extreem scenario kan beperken en beheersen en dat zij de uitstoot van radioactieve stoffen naar de omgeving kan voorkomen. De te nemen maatregelen en handelingen dienen vastgelegd te worden in procedures en het bedrijfsnoodplan.

Verder is het bedrijfsnoodplan verouderd en een zeer procedureel, ambtelijk en bureaucratisch stuk. De verwachting is dat het bedrijfsnoodplan beperkte nut heeft voor het personeel bij noodsituaties. De vergunninghouder TU Delft moet het bedrijfsnoodplan moderniseren, waarna de TU Delft deze jaarlijks moet bijhouden. De procedure voor een neergestort vliegtuig dient daarin ook uitgewerkt te worden.

De reactor wordt 5 dagen per week bemand met een ploegdienst bestaande uit 3 ploegen à 8 uur. Dit is een mogelijk zware belasting voor het personeel. Het bevoegd gezag is van mening dat het beter zou zijn om minstens 4 ploegen (à 8 uur) te hebben die elkaar afwisselen.

## **4.7 Andere extreme gevaren**

In dit hoofdstuk worden de aanvullende eisen van de Nederlandse overheid behandeld. Het gaat om andere extreme gevaren die een negatief effect op de nucleaire installaties kunnen hebben. De TUD heeft de volgende aanvullende gevaren geëvalueerd:

- Interne explosie,
- Externe explosie,
- Interne brand,
- Externe brand,
- Neerstorten vliegtuig,
- Giftige gassen,
- Grote verstoring van het extern elektriciteitsnet,
- Falen van systemen door computer software met een slechte intentie,

- Interne overstrooming,
- Blokkade van de koelwaterinlaat.

#### **4.7.1 Conclusie bevoegd gezag**

Het stresstest rapport van de TU Delft beschrijft alle benoemde extreme gevaren die door het ministerie van EZ als extra vereiste aan de stresstest zijn toegevoegd. De invulling die de TU Delft aan dit hoofdstuk heeft gegeven is echter summier en de analyses zijn beperkt.

Er is nader onderzoek nodig naar de brandveiligheid van de gebouwen en de aanwezige materialen van de Reactor Instituut Delft (RID) bij interne en externe brand en naar de effecten hiervan; niet alleen van de reactorhal maar ook de andere RID gebouwen. De vergunninghouder heeft dit deels al als aanbeveling opgenomen in het rapport (verbetermaatregel S7). Het bevoegd gezag is van mening dat de vergunninghouder de mogelijke effecten van interne en externe brand (en explosies) nader moet onderzoeken en hierbij alle relevante locaties (ook buiten de reactorhal), gebouwen en mogelijk aanwezige materialen in ogenschouw moet nemen. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de worst case scenario's.

## 5 Conclusie

De uitgevoerde stresstest over de Hoger Onderwijs Reactor en de beoordeling ervan geven geen aanleiding om direct maatregelen te treffen: er zijn geen indicaties dat de HOR niet aan de veiligheidseisen van de vergunning voldoet. Met andere woorden: de HOR is naar de huidige maatstaven veilig.

Het stresstestrapport van de vergunninghouder TU Delft behandelt in grote lijnen alle ENSREG vereisten en de aanvullende eisen die door het ministerie van EZ zijn gesteld. Toch is de invulling voor een aantal onderdelen summier en zijn de analyses beperkt. Ook is niet voor alle gevallen gekeken naar het effect van een incident van toenemende gradatie op de installaties, of naar alle relevante aspecten die bij incidenten kunnen optreden. Voor enkele gebeurtenissen (o.a. overstrooming) heeft de vergunninghouder TU Delft veiligheidsmarges bepaald ten opzichte van de technische en organisatorische eisen waaraan de reactor op dit moment wettelijk moet voldoen. Voor de overige gebeurtenissen zijn de veiligheidsmarges moeilijker vast te stellen. Alhoewel de Hoger Onderwijs Reactor voldoet aan de veiligheidseisen die gesteld zijn in de vergunning, acht het bevoegd gezag noodzakelijk dat de vergunninghouder op korte termijn de ontbrekende marges en analyses gaat evalueren.

In het stresstestrapport van de TU Delft zijn verbetermaatregelen geïdentificeerd die de robuustheid van de HOR verder kunnen vergroten. Het bevoegd gezag onderschrijft de geïdentificeerde maatregelen, maar heeft zelf ook verbetermaatregelen geïdentificeerd en in dit Nationaal Rapport HOR genoemd. De volgende onderwerpen zijn daarbij het belangrijkste:

- *Gebouwen Reactor Instituut Delft*  
De TU Delft heeft zich in het rapport beperkt tot de reactorhal. De andere gebouwen en gebouwdelen binnen de inrichting, zoals de experimenteerhal en de (radionucliden)laboratoria, zijn over het algemeen niet meegenomen in de analyses van de stresstest. Hierdoor is niet duidelijk of er geen ongewenste effecten zijn van extreme gebeurtenissen op deze andere gebouwen, gebouwdelen of de inventaris, en of er als gevolg daarvan geen bedreigingen kunnen optreden voor de reactor.
- *Reactiviteit*  
Het functioneren van de systemen voor reactiviteitbeheersing in geval van extreme gebeurtenissen moet worden beschreven. In het rapport wordt niet duidelijk of de systemen die hiervoor nodig zijn onder alle omstandigheden gegarandeerd functioneren.
- *Aardbevingbestendigheid*  
De kans op het voorkomen van aardbevingen en de potentiële gevolgen daarvan moeten duidelijker in kaart worden gebracht. Een 'seismic walkdown' wordt aanbevolen om te onderzoeken of er bepaalde SSC's kwetsbaar zijn en te beoordelen of er verbeteringen in de installatie zijn door te voeren.
- *Extreem weer*  
Er dient nader onderzoek uitgevoerd te worden naar de locatiespecifieke omstandigheden van extreem weer en de mogelijke gevolgen bij het Reactor Instituut Delft (RID).
- *Voorbereidheid op ongevallen*  
De voorbereidheid op ongevallen dient nader onderzocht en in procedures vastgelegd te worden. Met name criticiteitsongevallen en kernsmeltongevallen spelen hier een cruciale rol. Het bedrijfsnoodplan moet geactualiseerd worden.
- *Radioactiviteitlozingen*  
In het rapport wordt beperkt ingegaan op de mogelijkheid van een eventuele uitstoot van radioactieve stoffen naar de omgeving door een extreme gebeurtenis. Aangezien de HOR in een woongebied gesitueerd is, zal het eventueel vrijkomen van radioactiviteit een relatief grote impact hebben op de omgeving. Het bevoegd gezag vindt dat per gebeurtenis aandacht besteedt moet worden aan de mogelijkheden en gevolgen ervan. Daarbij moet niet alleen de reactorhal beschouwd worden, maar ook de andere RID onderdelen zoals de (radionucliden) laboratoria.
- *Brand- en explosiegevaar*

De in het rapport gebruikte uitgangspunten zijn niet specifiek genoeg voor het RID en er wordt geen rekening gehouden met de worst case scenario's. Het bevoegd gezag is daarom van mening dat de mogelijke effecten van interne en externe brand (en explosies) nader onderzocht moeten worden, waarbij alle relevante locaties, gebouwen en mogelijk aanwezige materialen in ogenschouw worden genomen.

- *Verlies van elektrisch vermogen*

Er is een procedure nodig die beschrijft hoe er omgegaan wordt met een langdurig verlies van elektrisch vermogen met de verschillende fases en mogelijke complicaties. Vooraf moet duidelijk zijn welke systemen voor informatievoorziening, dataopslag, monitoring en toegang nodig zijn tijdens de afhandeling van een (langdurig) ernstig ongeval en hoe de daarvoor benodigde elektrische spanning wordt verzekerd.

- *Koeling*

Er is niet nagegaan in hoeverre en hoe lang de kern voldoende gekoeld blijft in het geval de regelstaven niet in positie gebracht kunnen worden. Omdat er geen alternatief afschakelmechanisme voorhanden is (zoals boorzuurtoevoeging) moet dit nader onderzocht worden.

## **Appendix**

A.1 Lijst van geïdentificeerde verbetermaatregelen opgesteld door de TUD

A.2 Beoordeling Kernfysische Dienst van de TUD stresstest HOR



## A.1 Lijst van geïdentificeerde verbetermaatregelen

Deze lijst is opgesteld door de TU Delft naar aanleiding van het stresstestonderzoek.

<b>Implementation of these measures will most probably require hardware modifications</b>		<b>Origin</b>
<b>M1</b>	The magnetic holding force of the control rods should be tested to ascertain the assumption that drop of these rods into the core will occur in case of the type of earthquakes to be expected in the Delft region.	Ch 2.2.4
<b>M2</b>	For extreme rainfall the roof of the control room is not sufficiently protected. It is recommended to provide the roof of the control room with blocking proof rainwater drains, like overflow holes, to prevent accumulation of rainwater and exceedance of the roof design load.	Ch 4.1.1.5
<b>M3</b>	If practically achievable, connect the containment ventilation system to the Diesel Generator in order to maintain filtering capabilities after loss of off-site power	Ch 6.3.9
<b>In the framework of the CSA, the maximum resistance of the HOR against external events has been investigated, whereas traditionally the HOR design is investigated against certain pre-defined external events. These different approaches require different analysis and studies. Within the timeframe of the CSA, it was not possible to perform extensive studies and in some cases engineering judgment has been applied for establishing the margins. In general a conservative approach is chosen when applying engineering judgment. In some areas, additional studies could therefore reveal that the actual margins are larger than those margins presented in the CSA report. Furthermore, in some cases, additional studies could reveal measures for further increasing the margins.</b>		<b>Origin</b>
<b>S1</b>	Evaluation of loss of coolant possibilities of the HOR If draining of the pool in case of pipe-break immediate underneath the connection to the pool appears to be an issue, measures should be investigated to isolate this kind of leakages.	Ch 5.1.2.7
<b>S2</b>	The cooling capabilities in case of loss of pool water should be investigated. Evaluation of the core / spent fuel integrity during cooling of the core partly covered by water or cooling of the core by air.	Ch 2.2.4 Ch 5.1.2.7, Ch 5.2.2.1
<b>S3</b>	A seismic evaluation of the HOR stack is recommended. (Connection with S4/S5 and vice versa)	Ch 2.2.4
<b>S4</b>	It is recommended to investigate the allowable wind load on the ventilation stack. (Connection with S3/S5 and vice versa)	Ch 4.2.2
<b>S5</b>	The possible impact of the ventilation stack on the reactor building should be investigated. (Connection with S3/S4 and vice versa)	Ch 2.2.4 Ch 4.2.2
<b>S6</b>	Revise and clarify the organizational chart in the RID Emergency Plan (e.g. replace IRI by RID).	CH 6.1.5
<b>S7</b>	Investigate/determine the fire resistance of the synthetic plate material at the inside of the containment; perform a fire analysis from the viewpoint of nuclear risks.	Ch 7.3.2

<b>S8</b>	Evaluation of the emergency plans which need to be activated in case of an APC with core damage and release of radioactive material. For this, a HOR specific APC accident analysis should be performed in order to make reliable estimations of the consequences.	Ch 7.5.2
<b>S9</b>	Investigate the needs for monitoring the condition of the HOR in LOOP or SBO situations, the availability of the diesel generator and UPS related to their (time-limited) capacity to supply power and assure monitoring; increase of the battery capacity might be possible	Ch 5.1.1.5
<b>S10</b>	Evaluate advantages of introducing a load reduction or load shedding programme in case diesel fuel saving is needed to extend operation time of the diesel generator when refuelling fails.	Ch 5.1.1.5
<b>S11</b>	Investigate if the water seal needs modification in such a way that flooding of the inlet will not result in higher "seal break pressure".	Ch 3.3.2
<b>S12</b>	Investigate possibilities to extend the monitoring capability in the alternate Alarm Staff Room (L&R building) by availability of measuring data and E-power.	Ch 5.1.1.5
<b>S13</b>	Evaluate the resistance against earthquake loading of the two support points of the staircase to the central turn pivot of the crane.	Ch 2.2.1.4
<b>The CSA showed that the robustness of the HOR against external hazards can be increased further by implementation of a number of procedures.</b>		<b>Origin</b>
<b>P1</b>	Although means to supply water to the storage tank are available, an instruction is missing and should be drafted. Drafting a procedure for: Replenishment of pool water by supply of water stored in several tanks inside RID. Implementation of supply of water to the storage tank by the fire fighting system.  Training and testing should be defined in this procedure as well.	Ch 2.2.4 Ch 5.1.2.7 Ch 6.2.3
<b>P2</b>	Improve means for diesel fuel transfer from the main tank to the day tank and provide a procedure or instruction for refueling of both tanks during emergencies or long term loss of off-site power; assure diesel fuel supply.	Ch 5.1.1.5 Ch 6.1.5
<b>P3</b>	Make an inventory of equipment of Fire Brigade Haaglanden and adjust plans for possible emergency provisions,	Ch 6.1.5
<b>P4</b>	Both procedures in "Bedrijfsnoodprocedures" and the "Aanvalsplan" for containment pressure relief should be checked on consistency (1 kPa versus approaching 10 kPa) and effectiveness. Add the instruction that consultation of Radiation Protection Service (SBD) is needed about internal recirculation over the filters in order to reduce release fractions before pressure relief.	Ch 6.1.5
<b>P5</b>	Check the preparedness of local emergency services (e.g. Ambulance personnel) for radiological events.	Ch 6.1.5
<b>P6</b>	For the relocation of the core to the other pool section in case of loss of pool water, the handling time and dependence on tools or equipment should be evaluated by performing a training exercise of the existing emergency instruction. The required time will determine the leak rate that can be handled. The identified tools, dependencies (e.g. E-power for polar crane for spent fuel relocation) and expected dose rates will make it clear in what situations relocation is an option.	Ch 5.1.2.7 Ch 6.2.3

<b>P7</b>	The instruction on core relocation in case of a leak in pool section 2 should be complemented by guidance on the handling of spent fuel (depending on their ability to cool in air, connection with S1/S2).	Ch 5.2.2.1 Ch 6.2.3
<b>P8</b>	The existing instruction for refilling the water seal should be checked for applicability in case of an unfortunate "break" of the seal as to restore the confinement function.	Ch 6.3.9
<b>P9</b>	An evaluation if the current emergency plans give sufficient guidance in the extreme event of uncovering of the fuel.	Ch 6.4.4

## **A.2 Beoordeling Kernfysische Dienst van de stresstest HOR**

De Kernfysische Dienst (KFD) heeft vanuit haar eigen expertise op het gebied van nucleaire veiligheid een eigen technisch inhoudelijke beoordeling uitgevoerd. Het rapport dat de KFD heeft opgesteld is voor de volledigheid als appendix bijgevoegd. Het Nationaal Rapport HOR is in belangrijke mate gebaseerd op de inhoudelijke beoordeling van de KFD.



Inspectie Leefomgeving en Transport  
*Ministerie van Infrastructuur en Milieu*

## **Post-Fukushima stresstest van de Hoger Onderwijs Reactor in het Reactor Instituut Delft**

KFD BEOORDELING VAN DE HOR STRESSTEST

Datum      16 oktober 2013  
Status     Definitief

## Colofon

Inspectie Leefomgeving en Transport  
ILT/Risicovolle Bedrijven  
Kernfysische Dienst

Nieuwe Uitleg 1, Den Haag  
088 489 00 00  
[www.ilent.nl](http://www.ilent.nl)  
@InspectieLenT

## Inhoud

Samenvatting .....	4
1 Inleiding .....	6
2 Beoordeling van de ENSREG eisen .....	8
2.1 Vereiste 1: Algemene gegevens van de locatie en de HOR .....	9
2.2 Vereiste 2: Aardbevingen .....	10
2.3 Vereiste 3: Overstromingen .....	10
2.4 Vereiste 4: Extreme weersomstandigheden .....	11
2.5 Vereiste 5: Verlies van elektrisch vermogen en verlies van de ultieme 'heat sink' .....	12
2.5.1 Loss of offsite power (LOOP) .....	12
2.5.2 Loss of Ultimate Heat Sink (LUHS) .....	12
2.6 Vereiste 6: Beheersing van ernstige ongevallen .....	13
2.7 Vereiste 7: Andere extreme gevaren .....	14
3 Voorgestelde maatregelen .....	16
3.1 Vereiste 1: Algemene gegevens van de locatie en de HOR .....	16
3.2 Vereiste 2: Aardbevingen .....	16
3.3 Vereiste 3: Overstromingen .....	17
3.4 Vereiste 4: Extreme weersomstandigheden .....	17
3.5 Vereiste 5: Verlies van elektrisch vermogen en verlies van de ultieme 'heat sink' .....	17
3.6 Vereiste 6: Beheersing van ernstige ongevallen .....	17
3.7 Vereiste 7: Andere extreme gevaren .....	18
Bijlage A: De ENSREG eisen voor het nationale rapport, inclusief de opmerkingen van de KFD	19
Bijlage B: Afkortingen .....	54

## Samenvatting

Het kernongeval in Fukushima in maart 2011 heeft op Europees niveau geleid tot de beslissing om de bestaande kerncentrales in Europa te onderwerpen aan een robuustheidsonderzoek, ook wel stresstest genoemd. Een robuustheidsonderzoek is een onderzoek waarin de veiligheidsmarges van de centrale worden geëvalueerd; in het bijzonder voor situaties als de centrale aan extreme omstandigheden wordt blootgesteld. Het onderzoek moet voldoen aan de vereisten en kwaliteitscriteria zoals die door ENSREG<sup>1</sup> zijn vastgesteld (referentie 'Declaration of ENSREG' 13 mei 2011).

In Nederland hebben de exploitanten van de overige nucleaire installaties, niet zijnde de kerncentrales, aangegeven op vrijwillige basis een robuustheidsonderzoek van hun installaties te laten uitvoeren. De minister van Economische Zaken heeft hiertoe een verzoek gedaan per brief met kenmerk ETM/ED/11074564 van 1 juni 2011. In dit verzoek wordt naast de ENSREG stresstest ook gevraagd de invloed van andere externe factoren te onderzoeken die kunnen leiden tot het verlies van meerdere veiligheidsfuncties. Hierbij moet rekening worden gehouden met "man made events", waaronder moedwillige verstoringen.

Bij het Reactor Instituut Delft (RID) bestaan er een aantal installaties waaronder de Hoger Onderwijs Reactor (HOR) en diverse onderzoeksofstellingen en laboratoria. Het RID heeft een robuustheidsonderzoek uitgevoerd voor de HOR. De resultaten van het onderzoek zijn opgenomen in een document, getiteld 'Complementary Safety margin Assessment. Stress test of the Hoger Onderwijs Reactor, 30 mei 2013'.

De Kernfysische Dienst (KFD) heeft het onderzoeksrapport van het RID beoordeeld en komt tot de volgende bevindingen:

Het stresstrapport van het RID behandelt in grote lijnen alle ENSREG vereisten en specificaties die door de Nederlandse overheid zijn toegevoegd. Het rapport mist volgens de Kernfysische Dienst (KFD) echter voldoende diepgang en schiet daardoor op verschillende onderdelen tekort.

De invulling van de volgende vereisten worden als **onvoldoende** beoordeeld door de KFD:

- Vereiste 1 Algemene gegevens van de locatie en de HOR;
- Vereiste 2 Aardbevingen;
- Vereiste 4 Extreme weersomstandigheden;
- Vereiste 6 Beheersing van ernstige ongevallen;
- Vereiste 7 Andere extreme gevaren.

De volgende vereisten zijn volgens de KFD **voldoende** ingevuld:

- Vereiste 3 Overstromingen;
- Vereiste 5 Verlies van elektrisch vermogen en verlies van de ultieme 'heat sink'.

Er zijn door de KFD aanbevelingen geformuleerd voor het RID die nodig zijn ten einde voldoende diepgang en onderbouwing van de stresstest te realiseren en die bijdragen aan het vergroten van de veiligheidsmarge van de nucleaire installatie. Er is voor de duidelijkheid echter geen indicatie dat de HOR niet aan de eisen van de vergunning voldoet.

<sup>1</sup> ENSREG: European Nuclear Safety Regulators Group



De volgende aanbevelingen zijn het belangrijkste:

### **Reactiviteit**

In het rapport wordt niet duidelijk of de systemen die nodig zijn voor reactiviteitsbeheersing onder alle omstandigheden gegarandeerd functioneren. Het wordt aanbevolen dat het functioneren van de systemen in geval van extreme gebeurtenissen beschreven wordt.

### **Aardbevingbestendigheid**

De kans op het voorkomen van aardbevingen en de potentiële gevolgen daarvan moeten duidelijker in kaart worden gebracht. Een 'seismic walkdown' wordt aanbevolen om te onderzoeken of er bepaalde SSC's kwetsbaar zijn en te beoordelen of er verbeteringen in de installatie zijn door te voeren.

### **Extreem weer**

De KFD beveelt aan om nader onderzoek uitgevoerd te worden naar de locatiespecifieke omstandigheden van extreem weer en de mogelijke gevolgen bij het RID.

### **Vorbereidheid op ongevallen**

De voorbereidheid op ongevallen is niet voldoende onderzocht en niet in procedures vastgelegd. Met name criticiteitsongevallen en kernsmeltongevallen spelen een cruciale rol. Het wordt aanbevolen om nader onderzoek uit te voeren en het bedrijfsnoodplan van het RID te actualiseren.

### **Radioactiviteit**

In het rapport wordt beperkt ingegaan op de mogelijkheid van een eventuele uitstoot van radioactieve stoffen naar de omgeving door een extreme gebeurtenis. Gezien de grote impact van vrijkomen van radioactiviteit op de omgeving beveelt de KFD aan om per gebeurtenis aandacht te besteden aan de mogelijkheden en gevolgen ervan. Daarbij zou niet alleen de reactorhal beschouwd moeten worden maar ook de andere RID onderdelen zoals de (radionucliden) laboratoria.

### **Brand- en explosiegevaar**

De KFD beveelt aan om de mogelijke effecten van interne en externe brand (en explosies) nader te onderzoeken en hierbij alle relevante locaties, gebouwen en mogelijk aanwezige materialen in ogenschouw te nemen. De in het rapport gebruikte uitgangspunten zijn niet specifiek genoeg voor het RID en er wordt geen rekening gehouden met de worst case scenario's.

### **Verlies van elektrisch vermogen**

Er is een procedure nodig die beschrijft hoe er omgegaan wordt met een langdurig verlies van elektrisch vermogen met de verschillende fases en mogelijke complicaties. Vooraf moet duidelijk zijn welke systemen voor informatievoorziening, dataopslag, monitoring en toegang nodig zijn tijdens de afhandeling van een (langdurig) ernstig ongeval en hoe de daarvoor benodigde elektrische spanning wordt verzekerd.

### **Koeling**

Er is niet nagegaan in hoeverre en hoe lang de kern voldoende gekoeld blijft in het geval de regelstaven niet in positie gebracht kunnen worden. Omdat er geen alternatief afschakelmechanisme voorhanden is (zoals boorzurtoevoeging) verdient het de volgens de KFD aanbeveling hier nader onderzoek naar te doen.

## 1 Inleiding

Na het kernongeval bij de kerncentrale van Fukushima Dai-Ichi in Japan in maart 2011, heeft de Europese Commissie geconcludeerd dat in het licht van de gebeurtenissen in Fukushima, de veiligheid van alle kerncentrales in de EU opnieuw beoordeeld moet worden op basis van een robuustheidsonderzoek, ook wel stresstest genoemd. De European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) heeft de vereisten en kwaliteitscriteria voor dit onderzoek bij kerncentrales vastgesteld. De Nederlandse overheid heeft deze specificaties voor de stresstest overgenomen en heeft aan de vergunninghouders gevraagd om ook aandacht te besteden aan andere (veroorzaakt door menselijk handelen) effecten die negatieve gevolgen mee kunnen brengen voor veiligheidssystemen.

Een robuustheidsonderzoek is een gerichte herbeoordeling van de veiligheidsmarges van de nucleaire installatie.

De afgesproken aanpak bevat enerzijds een veiligheid gerelateerd onderzoek (safety) en anderzijds een beveiliging gerelateerd onderzoek (security). Het eerste onderzoek concentreert zich op extreme externe gebeurtenissen van natuurlijke oorsprong, zoals aardbevingen en overstromingen maar bevat ook een onderzoek naar de gevolgen van het verlies van veiligheidsfuncties als gevolg van enig andere initiërende gebeurtenis. Hierbij horen gebeurtenissen ten gevolge van menselijk handelen of invloeden ten gevolge van een ongeval, zoals grote storingen van het elektriciteitsnet en het neerstorten van een vliegtuig. Het tweede onderzoek, dat risico's voor eventuele beveiligingsbedreigingen behandelt, wordt niet in dit rapport beschreven.

In Nederland hebben naast de vergunninghouder van de enige kerncentrale in Nederland ook de vergunninghouders van de overige nucleaire installaties zoals de onderzoeksreactoren in Petten en Delft, aangegeven vrijwillig een robuustheidsonderzoek van hun installaties te zullen uitvoeren.

Het RID heeft als vergunninghouder van de HOR een robuustheidsonderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het onderzoeksrapport 'Complementary Safety margin Assessment. Stress test of the Hoger Onderwijs Reactor, 30 mei 2013'. De ENSREG-indeling is in deze rapportage in hoofdlijnen gevolgd maar niet alle onderdelen van deze indeling zijn van toepassing omdat deze is bedoeld is voor vermogenscentrales en de HOR betreft een onderzoeksreactor. Het rapport is ingediend bij de Minister van Economische Zaken, die thans verantwoordelijk is voor de regelgeving en het toezicht met betrekking tot alle nucleaire activiteiten in Nederland. De Kernfysische Dienst (KFD) van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) geeft met deze rapportage aan het ministerie van Economische Zaken een deskundigenoordeel over het onderzoeksrapport van het RID.

De beoordeling is uitgevoerd door inspecteurs van de KFD met brede ervaring in nucleaire veiligheid en met specifieke kennis van de installaties of van de gebieden die onderzocht worden in het robuustheidsonderzoek. De beoordeling is uitgevoerd binnen een periode van circa zes weken. In die periode heeft RID de gelegenheid gekregen om een groot aantal vragen van de KFD te beantwoorden en aanvullende informatie aan te leveren. De aangeleverde informatie is betrokken bij deze beoordeling.

Bij de beoordeling heeft de KFD tevens gebruik gemaakt van de kennis die is opgedaan bij de beoordeling van het stresstest rapport van de kerncentrale in Borssele, de onderzoeksreactor in Petten, de uranium verrijkingsfabriek te Almelo en bij het Europese proces van collegiale toetsing van de kerncentrales in de EU, waaronder het landenbezoek aan Nederland. Tevens is gebruik gemaakt van de beschikbare informatie over de geleerde lessen van het kernongeval in Fukushima, waarvoor internationale bijeenkomsten van de IAEA<sup>2</sup> en de OECD/NEA<sup>3</sup> zijn bezocht.

Hoofdstuk 2 vormt het hoofdbestanddeel van dit rapport waarin de totale opsomming wordt gegeven van de beoordelingen van de afzonderlijke hoofdstukken van het robuustheidsonderzoek van RID:

1. Algemene gegevens van de locatie en de HOR;
2. Aardbevingen;
3. Overstromingen;
4. Extreme weersomstandigheden;
5. Verlies van elektrisch vermogen en verlies van de ultieme 'heat sink';
6. Beheersing van ernstige ongevallen;
7. Andere extreme gevaren.

In hoofdstuk 3 worden de aanbevelingen van de KFD beschreven. Deze zijn bedoeld om voldoende diepgang en onderbouwing van de stresstest te realiseren en om bij te dragen aan het verder vergroten van de veiligheidsmarge van de installaties. Het ministerie van Economische Zaken zal voor het RID maatregelen formuleren naar aanleiding van het stresstest rapport en de beoordeling van de KFD.

Bijlage A bevat de ingevulde lijst van ENSREG eisen opgenomen die de basis vormt voor deze beoordeling. De ENSREG vereisten en kwaliteitscriteria voor de stresstest zijn niet allemaal van toepassing op de HOR omdat dit geen kerncentrale maar een onderzoeksreactor betreft.

Bijlage B bevat een lijst met afkortingen die in dit rapport voorkomen.

<sup>2</sup> Internationaal Atoom Energie Agentschap

<sup>3</sup> Kernenergie Agentschap van de OESO

## 2 Beoordeling van de ENSREG eisen

### Algemeen

Dit hoofdstuk kan het beste gelezen worden samen met het RID-rapport 'Complementary Safety margin Assessment. Stress test of the Hoger Onderwijs Reactor, 30 mei 2013' en de brief van de Minister van Economische Zaken met kenmerk ETM/ED/11074564 van 1 juni 2011. Meer informatie over stresstesten in Nederland kan gevonden worden op <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kernenergie/europese-stresstest-kerncentrales>

De herevaluatie van de veiligheidsmarges van de nucleaire installatie wordt uitgevoerd aan de hand van de volgende vijf onderdelen:

1. Voorzieningen die zijn opgenomen in de ontwerpbasis van de installaties en in hoeverre de installaties voldoen aan de ontwerp-eisen;
2. Evaluatie van de beschikbare veiligheidsmarges in de ontwerpbasis;
3. Beoordeling van de marges buiten de ontwerpbasis.  
In welke mate kunnen de installaties blootgesteld worden totdat ongevalbeheersmaatregelen geen radioactieve lozing naar de omgeving meer kunnen voorkomen;
4. Evaluatie van de organisatorische en technische mogelijkheden om een ernstig ongeval te bestrijden;
5. Het identificeren van mogelijkheden om de geconstateerde veiligheidsmarges verder te vergroten.

De KFD heeft de volgende algemene opmerkingen die op het gehele rapport van toepassing zijn:

- Het rapport mist bij de meeste vereisten voldoende diepgang. De analyses en onderbouwingen zijn summier beschreven.
- Het RID heeft zich in het rapport beperkt tot de reactorhal. De andere gebouwen en gebouwdelen binnen de inrichting zoals de experimenteerhal en de (radionucliden) laboratoria zijn over het algemeen niet meegenomen in de analyses van de stresstest. Hierdoor is het niet duidelijk of er geen ongewenste effecten zijn van extreme gebeurtenissen op deze andere gebouwen of gebouwdelen of de inventaris en of er als gevolg daarvan geen bedreigingen kunnen optreden voor de reactor.
- Er wordt in de meeste gevallen niet gekeken naar het effect van een incident van toenemende gradatie op de installaties. Niet altijd worden alle relevante aspecten die bij incidenten kunnen optreden gezien.

In de volgende paragrafen worden de beoordelingen per vereiste behandeld.

## 2.1 Vereiste 1: Algemene gegevens van de locatie en de HOR

ENSREG vereist dat de vergunninghouder algemene informatie verstrekt over de inrichting en de nucleaire installaties binnen de inrichting. Informatie moet zijn opgenomen met betrekking tot algemene kenmerken van de inrichting en de installaties, de beschikbare systemen die nodig zijn om de belangrijkste veiligheidsfuncties te vervullen, en de omvang en de belangrijkste resultaten van de probabilistische risicoanalyse (PSA).

Dit algemene hoofdstuk bevat geen resultaten van analyses maar vormt de basis voor de andere hoofdstukken. Meer details over de ENSREG eisen met betrekking tot de algemene gegevens van de inrichting en de installaties zijn te vinden in bijlage A.

KFD beoordeelt de invulling van vereiste 1 als **onvoldoende**

KFD concludeert dat RID in het algemeen een uitgebreid overzicht heeft gegeven in verband met deze vereiste maar dat over een aantal onderwerpen te weinig informatie is verstrekt.

KFD heeft, met inachtneming van de ontvangen nadere informatie, de volgende opmerkingen:

- In dit hoofdstuk wordt het ontwerp van de reactiviteitsbeheersing goed beschreven, maar niet duidelijk wordt of de systemen die hiervoor nodig zijn onder alle omstandigheden gegarandeerd functioneren. Er is niet voldoende duidelijk gemaakt of de ontwerpanalyses ook nog geldig zijn in geval van extreme gebeurtenissen en of ondercriticaliteit voldoende gewaarborgd is.
- De beschrijvingen van het externe elektriciteitsnet, het interne elektriciteitsnet en de noodstroomvoorzieningen zijn te globaal en bevatten te weinig informatie. Er is geen beschrijving van de voeding (externe elektriciteitsnet) van het 10 KV station dat het RID voedt en van de redundantie en risico's in het net. Ook is niet aangegeven hoe en waar een mobiele generator aangesloten kan worden die het gehele RID van elektriciteit voorziet. De schema's zijn te summier.
- Onduidelijk is op welke wijze de water-treatment en water make-up systemen intakken in het primair systeem (aangesloten zijn op welke sectie van het bassin). Dit is van belang om te kunnen beoordelen of in geval van lekkage de toevoer van water voldoende is gegarandeerd.
- Er ontbreekt een beschrijving van de mogelijkheden om het containment te koelen, bijvoorbeeld in geval van verdamping van het bassinwater als de reactor in ongevalcondities niet gescremd is. In het rapport wordt wel het ventilatiesysteem beschreven en een isolation bypass valve wordt genoemd evenals een klep naar de regelkamer, maar hoe en onder welke omstandigheden deze systemen gebruikt kunnen worden voor warmteafvoer vanuit het containment en welke hulpsystemen daarvoor nodig zijn is niet beschreven.
- In de beschrijving van de beheersing van het confinement wordt onterecht alleen aan de vierde veiligheidsbarrière (het containment met ventilatiesysteem) aandacht besteed en niet aan de andere drie barrières (spleetstofmatrix, de spleetstofbekleding/omhulling en het primair systeem).
- Er is geen Probabilistic Safety Analysis (PSA) voor de HOR uitgevoerd.

## 2.2 Vereiste 2: Aardbevingen

ENSREG vereist dat de vergunninghouder informatie verstrekt over de ontwerpbasis van de nucleaire installaties om de kracht van de aardbeving waartegen de installaties zijn ontworpen te kunnen bepalen. Daarnaast moet de vergunninghouder de extra marges ten opzichte van de ontwerpbasis evalueren, waarboven verlies van veiligheidsfuncties of ernstige kernschade (in het reactorvat of in de splijtstofopslag) onafwendbaar wordt.

Meer details over de ENSREG eisen met betrekking tot aardbevingen zijn te vinden in bijlage A.

KFD beoordeelt de invulling van vereiste 2 als **onvoldoende**

Er ontbreekt een gedetailleerde evaluatie van de seismische risico's en de aanwezige marges. Bovendien wordt er geen volledig beeld gegeven van het gedrag van de installatie in geval van een aardbeving.

- De KFD beveelt aan dat er een meer gedetailleerde evaluatie van de seismische risico's wordt uitgevoerd. Daarbij kan een 'seismic walkdown' meer inzicht verschaffen in gedrag van systemen, structuren en componenten (SSC's) in geval van een aardbeving en mogelijke verbeteringen in beeld brengen.
- Het RID heeft een aantal verbetermaatregelen geformuleerd om de robuustheid van de installatie tegen aardbevingen te vergroten. Het wordt aanbevolen dat deze maatregelen uit te breiden met:
  - het bepalen van de bestandheid van de reactorgebouw isolatiekleppen en de polaire kraan tegen aardbevingen;
  - een evaluatie van de mogelijke gevolgen van het in beweging komen van het bassin;
  - een evaluatie van de mogelijkheid van liquefactie<sup>4</sup> en potentiële gevolgen daarvan;
  - een meer gedetailleerde evaluatie van het gedrag van de regelstaven in geval van een aardbeving.

## 2.3 Vereiste 3: Overstromingen

ENSREG vereist dat de vergunninghouder informatie verstrekt over de ontwerpbasis van de nucleaire installaties om de omvang van de externe overstroming waartegen de installaties zijn ontworpen te kunnen bepalen. Daarnaast moet de vergunninghouder het verschil beoordelen tussen de maximale mogelijke overstromingshoogte op de locatie en de overstromingshoogte die een bedreiging vormt voor de veiligheidssystemen die van cruciaal belang zijn voor de (verval)warmteafvoer van de reactor en de bestraalde splijtstof naar de ultieme heat-sink<sup>5</sup>.

Meer details over de ENSREG eisen met betrekking tot overstromingen zijn te vinden in bijlage A.

<sup>4</sup> Proces van vloeibaarwording van de bodem/ondergrond

<sup>5</sup> De **ultieme heat sink** is een waterlichaam (bv. een rivier, zee of meer), het grondwater of de atmosfeer, waarnaar een gedeelte of de volledige vervalwarmte afgevoerd wordt, tijdens normaal bedrijf, voorziene gebeurtenissen of ongevalsituaties (zie IAEA NS-R-4; Safety of Research Reactors)

KFD beoordeelt de invulling van vereiste 3 als **voldoende**

- Er is een duidelijke analyse van de overstromingsrisico's uitgevoerd. De marges voor overstromingen zijn bepaald door het stapsgewijs verhogen van het waterniveau. Daarbij is beschreven bij welke waterniveau's verschillende SSC's falen.
- De KFD beveelt aan om processen en procedures voor overstromingssituaties op te stellen.

## 2.4 Vereiste 4: Extreme weersomstandigheden

ENSREG vereist een verificatie door de vergunninghouder van de weersomstandigheden die zijn gebruikt als ontwerpbasis voor de verschillende SSC's: maximale temperatuur, minimale temperatuur, verschillende types stormen, zware regenval, sterke winden, etc. Ook de aannames voor bepaalde weersomstandigheden moeten vermeld worden als ze niet opgenomen zijn in de oorspronkelijke ontwerpbasis.

Meer details over de ENSREG eisen met betrekking tot extreme weersomstandigheden zijn te vinden in bijlage A.

Het RID heeft de volgende weersomstandigheden geëvalueerd:

- Extreem hoge en lage buitentemperaturen;
- Extreme wind;
- Windprojectielen en hagel;
- Zware regenval;
- Zware sneeuwval;
- IJsvorming;
- Bliksem;
- Denkbare combinaties van weersomstandigheden.

KFD beoordeelt de invulling van vereiste 4 als **onvoldoende**

De analyse is onvolledig; niet voor alle weersomstandigheden is een locatiespecifieke analyse met een afdoende terugkeerfrequentie uitgevoerd.

- De robuustheid van gebouwen tegen extreme weersomstandigheden is in verschillende mate van detail aangetoond. Voor een aantal weersomstandigheden is een ontwerpbasis vastgesteld, echter niet voor alle. Om de robuustheid van de gebouwen tegen extreme weersomstandigheden beter in beeld te brengen is een nadere evaluatie van locatiespecifieke omstandigheden nodig.
- De KFD beveelt aan dat er naast de genoemde maatregelen door het RID (nadere analyse van de gevolgen van extreme wind op de ventilatieschacht en het vergroten van de robuustheid van de regelzaal tegen extreme regenval) ook aandacht wordt besteed aan de robuustheid van het dieselgeneratorgebouw tegen extreme regenval.

## 2.5 Vereiste 5: Verlies van elektrisch vermogen en verlies van de ultieme 'heat sink'

ENSREG vraagt een analyse van de situaties van verlies van elektrische voeding en verlies van de ultieme heat sink. De situaties moeten geanalyseerd zijn in de volgende gevallen:

- Verlies van externe voeding;
- Verlies van externe voeding in combinatie met verlies van de noodvoeding (SBO-1)<sup>6</sup>;
- Verlies van externe voeding in combinatie met verlies van de noodvoeding en verlies van vast opgestelde alternatieve noodvoedingssystemen (SBO-2);
- Verlies van de primaire ultieme heat sink (bijvoorbeeld verlies van koelwater van de rivier, meer of zee, of verlies van de koeltoren);
- Verlies van de primaire ultieme heat sink in combinatie met verlies van de alternatieve heat sink.

De primaire ultieme heat sink bestaat bij de HOR uit convectiekoeling naar de atmosfeer; de warmte van de reactor wordt via een warmtewisselaar overgedragen aan het secundaire koelsysteem, dat vervolgens de warmte overdraagt in twee koeltorens naar de atmosfeer. De alternatieve ultieme heat sink bestaat uit het reactorbassin. Dit bassin kan de vervalwarmte opnemen door opwarming van het water. Uiteindelijk zal het water gaan koken, waarbij de warmte afgevoerd wordt naar de atmosfeer in het containment.

In de situatie dat de verbinding met de primaire ultieme heat sink voor alle veiligheidsfuncties en bedrijfsfuncties verloren is, moet er volgens ENSREG vanuit worden gegaan dat de locatie afgesneden is van externe toevoer via de weg, het spoor of het water, van zwaar materieel gedurende de eerste 72 uur na de begingeburtenis. Licht draagbaar materieel kan aangeleverd worden vanaf andere locaties na de eerste 24 uur.

Meer details over de ENSREG eisen met betrekking tot verlies van elektrische voeding en verlies van de ultieme heat-sink zijn te vinden in bijlage A.

KFD beoordeelt de invulling van vereiste 5 als **voldoende**

Hieronder volgt een opsomming van de conclusies en mogelijke verbeterpunten van de KFD met betrekking tot vereiste 5.

### 2.5.1 *Loss of offsite power (LOOP)*

- De elektrische voeding is niet nodig voor het veilig afschakelen van de reactor. De dieselgenerator heeft een beschikbaarheid van ongeveer 12 uur. Na deze tijd worden de noodrillen spanningsloos en wordt de mogelijkheid om acties uit te voeren beperkt. De KFD beveelt aan om een procedure die beschrijft hoe er omgegaan wordt met een langdurige LOOP met de verschillende fases en mogelijke complicaties.
- Er niet geïnventariseerd of de persoonlijke veiligheid bij het RID in het geding komt als systemen niet kunnen worden bediend bij een black-out situatie.

### 2.5.2 *Loss of Ultimate Heat Sink (LUHS)*

- Het verlies van de primaire ultieme heat sink (al dan niet in combinatie met verlies van voeding) leidt niet tot een situatie waarin gevreesd moet worden voor kernschade of -smelt. Het aanwezige bassinwater, dat in een dergelijk geval als

<sup>6</sup> SBO staat voor Station Black Out, de situatie waarbij behalve de externe elektrische voeding ook de interne noodstroomvoorziening faalt.



alternatieve heat sink kan worden beschouwd, is ruim voldoende om de vervalwarmte langdurig af te voeren en daarmee de kern gekoeld te houden. De kansen op verlies van dit water of op het niet realiseren van een SCRAM<sup>7</sup> worden niet uitgewerkt.

- In geval ook de alternatieve heat sink faalt (bijvoorbeeld door breuk van een koelwaterleiding en daarmee verlies van bassinwater) dan is thans onduidelijk in hoeverre kernschade en/of -smelt kan worden voorkomen. KFD beveelt aan om te onderzoeken in hoeverre suppletie vanuit het brandblussysteem of de aanwezige voorraad tanks het verlies aan koelwater zal kunnen compenseren en, indien dit niet het geval blijkt, in hoeverre luchtkoeling of het installeren van een kern-sproeisysteem kernschade zou kunnen voorkomen. Daarnaast is niet duidelijk welke mogelijkheden er zijn om het leeglopen van het bassin bij een breuk van de onderste koelleiding te voorkomen en welke maatregelen een dergelijke breuk kunnen isoleren.
- De procedures van het scenario van overbrengen en isoleren van de kern of de gebruikte splijtstof naar dat deel van het bassin dat niet in verbinding staat met de ontstane breuk is niet geëvalueerd en aangepast.
- Er is door het RID niet nagegaan in hoeverre en hoe lang de kern voldoende gekoeld blijft in het geval de regelstaven niet vallen (door bijvoorbeeld schade ten gevolge van aardbevingen en/of overstromingen). Omdat er geen alternatief afschakelmechanisme voorhanden is (zoals boorzuurtoevoeging) wordt het aanbevolen om ook deze analyse uit te voeren.

## 2.6 Vereiste 6: Beheersing van ernstige ongevallen

ENSREG vereist dat in het stresstrapport de organisatie en voorzieningen voor de beheersing van elk type ongeval worden behandeld. Dit loopt uiteen van een beschrijving van ontwerpbasisongevallen waarbij de installaties in een veilige afgeschakelde toestand gebracht kunnen worden zonder belangrijke kernschade tot een beschrijving van ernstige ongevallen met kernsmelt of schade aan bestraalde splijtstof in de opslagvoorzieningen tot gevolg.

Meer details over de ENSREG-eisen in verband met de beheersing van ernstige ongevallen zijn te vinden in bijlage A.

De kans van optreden van een ernstig ongeval is door het relatief kleine vermogen van de reactor (2 MW<sub>th</sub>) en grote hoeveelheid koelwater dat beschikbaar is als laag geschat. Hierdoor is anders dan bij een vermogensreactor over het algemeen relatief minder aandacht besteed aan mitigerende maatregelen en de ongevalorganisatie.

<sup>7</sup> emergency shut down

KFD beoordeelt de invulling van vereiste 6 als **onvoldoende**

Het RID heeft een beschrijving gegeven van de bestaande organisatie en gaat er vanuit dat ernstige ongevallen (met kernschade) niet kunnen optreden.

Er is niet geanalyseerd of de organisatie en de beschikbare middelen en systemen van het RID in voldoende mate in staat zijn om:

- ernstige ongevallen aan te kunnen;
- te kunnen mitigeren bij een ernstig ongeval;
- uitstoot van radioactieve stoffen naar de omgeving te voorkomen.

- Het RID heeft alle ENSREG eisen met betrekking tot de beheersing van ernstige ongevallen beschreven. Hoewel de onderwerpen zijn behandeld heeft het RID inhoudelijk echter onvoldoende invulling gegeven aan deze vereisten en de uitgevoerde analyses zijn te beperkt.
- Er ontbreekt een analyse of de ongevalorganisatie van het RID in staat is om (langdurende) ernstige ongevallen, inclusief criticiteitsongevallen en kernsmeltongevallen, het hoofd te bieden.
- De in het onderzoeksrapport voorgestelde maatregelen zijn door het RID niet systematisch opgenomen in de uiteindelijke maatregelen lijst. Er ontbreekt één voorgestelde maatregel en de maatregelen die in het hoofdstuk 6 voorgesteld worden, worden niet in alle gevallen geadresseerd bij vereiste 6.
- De voorgestelde maatregelen van het RID zijn niet voldoende. Op het gebied van instrumentatie, monitoring, organisatie, procedures en infrastructuur met betrekking tot ernstige ongevallen, kunnen diverse margeverhogende verbeteringen doorgevoerd worden. Bijvoorbeeld de accuvoeding voor ononderbroken elektrische voeding heeft een beschikbaarheid van ongeveer één uur. Als de noodstroom dieselgenerator het begeeft, valt alle spanning uit. (Nood)verlichting, instrumentatie, dataopslag en communicatie is dan niet meer mogelijk. Er is in het rapport niet aangegeven of hiervoor nog aanvullende noodvoorzieningen beschikbaar zijn.
- DE KFD beveelt aan om het bedrijfsnoodplan van het RID in zijn geheel te actualiseren.

## 2.7 Vereiste 7: Andere extreme gevaren

Dit hoofdstuk van het stresstrapport behandelt andere extreme gevaren die een negatief effect op de nucleaire installaties kunnen hebben. Vereiste 7 is niet gebaseerd op de ENSREG-eisen maar is een aanvullende vraag van de Nederlandse overheid. Het RID heeft de volgende aanvullende dreigingen geëvalueerd:

1. Interne explosie
2. Externe explosie
3. Interne brand
4. Externe brand
5. Neerstorten vliegtuig
6. Giftige gassen
7. Grote verstoring van het extern elektriciteitsnet
8. Falen van systemen door computer software met een slechte intentie
9. Interne overstroming
10. Blokkade van de koelwaterinlaat

Meer details over de eisen van de Nederlandse overheid in verband met andere extreme gevaren zijn te vinden in bijlage A.

KFD beoordeelt de invulling van vereiste 7 als **onvoldoende**

Het stresstest rapport van het RID beschrijft alle benoemde extreme gevaren die door de Nederlandse overheid als extra vereiste aan de stresstest zijn toegevoegd; De invulling die RID aan dit hoofdstuk heeft gegeven is echter summier en de analyses zijn te beperkt.

- Het stresstest rapport van het RID beschrijft alle benoemde extreme gevaren die door de Nederlandse overheid als extra vereiste aan de stresstest zijn toegevoegd. De meeste vereisten zijn echter te globaal beschreven of er wordt slechts volstaan met een verwijzing.
- Er is nader onderzoek nodig naar de brandveiligheid van RID gebouwen en de aanwezige materialen bij interne en externe brand en naar de effecten hiervan; niet alleen van de reactorhal maar ook de andere RID gebouwen. Het RID heeft dit deels al als aanbeveling opgenomen in het rapport (S7). Een analyse van mogelijk brandgevaar en de effecten van een brand bij experimenten of in het dieselgeneratorgebouw ontbreekt.
- De risico's en effecten van een explosie of brand op de naastgelegen openbare weg (Mekelweg en Watermanweg) zijn niet bekend. Er is slechts naar verder gelegen wegen die in de bestaande risicokaarten staan gekeken en dit is te beperkt. Hier is nader onderzoek voor nodig.
- Er wordt geen rekening gehouden met mogelijke schade aan veiligheidssystemen door wegslingerende projectielen bij een interne explosie.
- In het geval van een neerstortend vliegtuig zijn de gevolgen in de huidige situatie voor het RID en de omgeving niet bekend. Er wordt aanbevolen om een analyse uit te voeren van de gevolgen van een vliegtuigongeluk en het eventueel vrijkomen van radioactiviteit hierdoor. Verder moeten de betreffende noodprocedures naar aanleiding daarvan aangepast worden. Het RID heeft dit als aanbeveling opgenomen in het rapport (S8).
- In geen van de beschreven gebeurtenissen bij vereiste 7 wordt ingegaan op de mogelijkheid en effecten van eventuele uitstoot van radioactieve stoffen naar de omgeving.

### 3 Voorgestelde maatregelen

Er is geen indicatie dat de installatie en organisatie van het RID niet aan de eisen van de vergunning voldoen. De KFD doet naar aanleiding van de stresstest de volgende aanbevelingen om de gewenste diepgang van de stresstest te bereiken en de marges van veiligheid voor de HOR en de gebouwen die erbij horen te vergroten:

#### 3.1 Vereiste 1: Algemene gegevens van de locatie en de HOR

De KFD beveelt aan om alle gebouwen en gebouwonderdelen van het RID in de stresstest te betrekken. Het is niet duidelijk of er naast de reactorhal geen ongewenste effecten zijn van extreme gebeurtenissen op andere gebouwen of gebouwdelen of de inventaris en of er als gevolg daarvan geen bedreigingen kunnen optreden voor de reactor.

Het verdient de aanbeveling dat het functioneren van de systemen voor reactiviteitbeheersing in geval van extreme gebeurtenissen beschreven wordt. In het rapport wordt niet duidelijk of de systemen die hiervoor nodig zijn onder alle omstandigheden gegarandeerd functioneren. Er is niet voldoende uiteengezet of de ontwerpanalyses ook nog geldig zijn in geval van extreme gebeurtenissen en of ondercriticaliteit voldoende gewaarborgd is.

De beschrijving van het externe elektriciteitsnet, het interne elektriciteitsnet en de noodstroomvoorzieningen zou verbeterd moeten worden. Deze zijn te globaal en bevatten te weinig informatie. De schema's zijn te summier.

#### 3.2 Vereiste 2: Aardbevingen

Een specifieke en gedetailleerde evaluatie van de seismische risico's (seismic hazard analysis) voor de RID locatie heeft niet plaatsgevonden. De KFD beveelt aan een dergelijk evaluatie wel uit te voeren. In deze evaluatie moet aandacht besteed worden aan de terugkeerfrequentie van mogelijke aardbevingen. Eventuele door de mens veroorzaakte aardbevingen als gevolg van gaswinning of ondergrondse opslag (zie figuur 2.2 uit het rapport) moeten hierbij meegenomen worden.

Potentiële gevolgen van een aardbeving moeten duidelijker in kaart worden gebracht. Het rapport bevat de aanbeveling een seismische evaluatie van de schoorsteen/ventilatieschacht uit te voeren en daarbij te onderzoeken in hoeverre het containment bestand is tegen brokstukken. De KFD beveelt aan om een bredere evaluatie uit te voeren. In deze evaluatie moet ten minste aandacht besteed worden aan:

- Bepalen van de bestandheid van de reactorgebouw isolatiekleppen en de polaire kraan tegen aardbevingen;
- Evaluatie van de mogelijke gevolgen van het in beweging komen van het bassin;
- Onderzoek naar mogelijkheid van liquefactie en potentiële gevolgen daarvan.

Een 'seismic walkdown' wordt aanbevolen om te onderzoeken of er bepaalde SSC's kwetsbaar zijn en te beoordelen of er verbeteringen in de installatie zijn door te voeren. De overige beschreven maatregelen ter verbetering worden onderschreven door de KFD. Hierbij wordt opgemerkt dat het testen van de magnetische 'holding force' van de regelstaven in geval van een aardbeving verbreed zou moeten worden naar een evaluatie van seismische belasting van de regelstaven. Daarbij moet bepaald worden bij welke grondversnelling de regelstaven zouden moeten vallen, gerelateerd aan de

ontwerpuitsgangspunten van de reactor. Hierbij moet rekening gehouden worden met versnellingen in verschillende richtingen.

### **3.3 Vereiste 3: Overstromingen**

De KFD beveelt aan procedures op te stellen voor overstromingsituaties (inclusief afstemming met andere overheden).

### **3.4 Vereiste 4: Extreme weersomstandigheden**

Het RID heeft aangekondigd de windbelasting op de ventilatieschacht te onderzoeken. Aanbevolen wordt bij de berekening van de windbelasting de aannames beschreven in paragraaf 4.1.1.2 (zie de opmerkingen van de KFD hierover in bijlage A) opnieuw te onderzoeken en historische informatie mee te nemen.

De KFD beveelt aan nader locatiespecifiek onderzoek uit te voeren naar de maximale neerslag/sneeuw met hogere terugkeerfrequenties.

Het rapport bevat de aanbeveling het dak van de regelzaal van een overloopgoot te voorzien om bij falen van de afvoeren een te grote belasting door accumulatie van regenwater te voorkomen. De KFD vindt een zelfde maatregel noodzakelijk voor het dieselgeneratorgebouw en beveelt aan om deze mee te nemen in deze maatregel.

### **3.5 Vereiste 5: Verlies van elektrisch vermogen en verlies van de ultieme 'heat sink'**

Er is niet nagegaan in hoeverre en hoe lang de kern voldoende gekoeld blijft in het geval er niet gescreemd kan worden. Omdat er geen alternatief afschakelmechanisme voorhanden is (zoals boorzuur-toevoeging) verdient het volgens de KFD aanbeveling om de gevolgen van deze gebeurtenis nader te onderzoeken.

De KFD beveelt aan om een beschrijving op te stellen van de maatregelen om het leeglopen van het bassin met de maximale snelheid (30 minuten) te voorkomen en de mogelijke acties die in een dergelijk geval genomen moeten worden. Daarnaast dient er onderzocht te worden welke mogelijkheden er zijn om het leeglopen van het bassin bij een breuk van de onderste koelleiding te voorkomen en welke maatregelen een dergelijke breuk kunnen isoleren.

De KFD beveelt verder aan dat de procedures voor de omgang met een langdurige stroomuitval beschreven worden.

### **3.6 Vereiste 6: Beheersing van ernstige ongevallen**

De kans van optreden van een ernstig ongeval met daaruit volgend grote gevolgen voor de omgeving is bij de reactor in Delft klein. Dit komt door het relatief beperkte vermogen van de reactor (normaalbedrijf 2 MWth) en de -in verhouding- grote hoeveelheid koelwater dat beschikbaar is. Het RID is in de stresstest echter niet ver genoeg gegaan met hun analyses van de mogelijkheden om om te gaan met de situaties waarin de reactor wel in de problemen komt en de veiligheidssystemen falen.

De KFD beveelt daarom aan om de mogelijke (extreme) scenario's als gevolg van de gebeurtenissen in het stresstest rapport verder uit te werken zodat de belangrijkste te nemen veiligheidmaatregelen bepaald kunnen worden. Een voorbeeld van een extreem

scenario is het uitgangspunt dat de regelstaven niet vallen en daarnaast het koelwater ontbreekt door welke oorzaak dan ook.

Uit deze aanvullende analyse dient ter invulling van vereiste 6 te blijken dat het RID de gevolgen van ernstige ongevallen kan beperken en beheersen en dat zij de uitstoot van radioactieve stoffen naar de omgeving kan voorkomen. De te nemen maatregelen en handelwijzen dienen vastgelegd te worden in procedures en het bedrijfsnoodplan.

Uit bovenstaande analyses moet tevens duidelijk blijken welke systemen voor informatie, dataverwerking, monitoring en toegang langdurig van elektrische spanning moeten worden voorzien.

### **3.7 Vereiste 7: Andere extreme gevaren**

De KFD beveelt aan om de mogelijke effecten van interne en externe brand (en explosies) nader te onderzoeken en hierbij alle relevante locaties, gebouwen en mogelijk aanwezige materialen in ogenschouw te nemen. De in het rapport gebruikte uitgangspunten zijn niet specifiek genoeg voor het RID en er wordt geen rekening gehouden met de worst case scenario's.

Zoals eerder is vastgesteld in de 10-EVA dient het bedrijfsnoodplan van het RID geactualiseerd te worden. De procedure voor een neergestort vliegtuig dient daarin ook uitgewerkt te worden.

In geen van de beschreven gebeurtenissen bij vereiste 7 wordt ingegaan op de mogelijkheid en effecten van eventuele uitstoot van radioactieve stoffen naar de omgeving. Gezien de grote impact van vrijkomen van radioactiviteit op de omgeving verdient het de aanbeveling om hier per gebeurtenis aandacht aan te besteden.

**Bijlage A:****De ENSREG eisen voor het nationale rapport, inclusief de opmerkingen van de KFD.**

NB: De ENSREG eisen zijn vertaald uit het Engels. Bij de beoordeling was de Engelse tekst leidend. Het rapport wijkt op enkele plekken af van de ENSREG nummering. Over het algemeen is de nummering van het rapport van RID gevolgd. Hier en daar zijn door het RID extra paragrafen ten opzichte van de ENSREG-indeling toegevoegd en tevens weggelaten omdat zij van toepassing zijn op vermogenscentrales en niet op onderzoeksreactoren. De opmerkingen van de KFD zijn bij de relevante eisen gezet.

Daar waar aanbevolen wordt om aanvullende acties te nemen is dit aangegeven met een 'A'. De ENSREG eisen zijn in normal lettertype weergegeven.

*De opmerkingen van de KFD zijn schuin gedrukt.*

	<b>1. Algemene informatie over de locatie/installatie</b>
	<b>1.1 Het RID</b>
	<b>1.2 Korte beschrijving van de karakteristieken van de locatie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• locatie (zee, rivier)</li> <li>• aantal eenheden</li> <li>• vergunninghouder</li> </ul>
<b>A</b>	<i>In het stresstest rapport wordt de inrichting waar de reactor zich bevindt niet volledig beschreven. Op het RID-terrein bevinden zich onder andere de experimenteerhal en diverse laboratoria met mogelijke aanwezigheid van brandbare, explosieve en/of toxische stoffen.</i> <i>'The seismic and geologic characteristics of the soil of the RID site do not require extra provisions for design. This area is considered to be non-seismic': Deze stelling is niet (voldoende) kwalitatief onderbouwd. Zie verder beoordeling van hoofdstuk 2.</i>
	<b>1.3 Belangrijkste kenmerken van de nucleaire installaties</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reactor type</li> <li>• thermisch vermogen</li> <li>• datum van eerste criticaliteit</li> <li>• bestaande opslag voor bestraalde splijtstof (of gedeelde opslag)</li> </ul>
<b>A</b>	<i>De beschrijving van elektrisch systeem is op verzoek verduidelijkt maar een lijst met betekenissen van de gebruikte afkortingen ontbreekt. Daardoor is niet te beoordelen welke systemen zijn aangesloten op welke verdeelkasten.</i> <i>In de nuclideninventaris ontbreekt de onbestraalde splijtstof. Er wordt gesteld dat de nuclideninventaris binnen het RID verwaarloosbaar is vergeleken met de inventaris van de kern. Dit is juist. Het is echter zo dat in geval van extreme gebeurtenissen waarbij de kern in tact blijft andere radioactieve bronnen wel vrij kunnen komen. Hierop wordt is het stresstest-</i>

	<p><i>rapport niet ingegaan.</i></p> <p><i>Met betrekking tot het subkritisch ensemble blijkt uit het CSA-rapport niet onder welke omstandigheden (gebeurtenissen) criticiteit op kan treden. Aanvullende informatie van RID heeft dit verduidelijkt.</i></p>
	<p><b>1.4 Systemen voor het leveren of ondersteunen van de belangrijkste veiligheidsfuncties</b></p> <p>In dit deel zal voor alle relevante systemen geïdentificeerd en beschreven moeten worden of deze zijn geclassificeerd en daaruit volgend gekwalificeerd als veiligheidssysteem, of dat deze ontworpen zijn voor normaal gebruik en geclassificeerd in een niet-nucleaire veiligheids categorie. De systeembeschrijving zal ook vaste aansluitpunten voor mobiele externe voeding of watertoevoersystemen moeten omvatten die als laatste redmiddel worden gebruikt tijdens noodsituaties.</p>
	<p>1.4.1 Reactiviteitsbeheersing</p> <p>Systemen die bestemd zijn om onderkriticaliteit van de reactorkern in alle afschakelcondities te waarborgen evenals de onderkriticaliteit van de bestraalde splijtstof in alle mogelijke opslag condities. Het rapport moet een nauwkeurig begrip geven van de beschikbare manieren om te garanderen dat de hoeveelheid borium of andere neutronen absorbers in het koelmiddel, inclusief situaties na een ernstige schade van de reactor of de gebruikte splijtstof, in alle omstandigheden voldoende is.</p>
<b>A</b>	<p><i>In deze paragraaf wordt het ontwerp van de reactiviteitsbeheersing goed beschreven, maar niet duidelijk wordt of die systemen onder alle omstandigheden gegarandeerd functioneren. De regelstaven zijn beschreven. Er zijn slechts vier regelstaven en er zijn er 2 uit vier nodig voor het onderkritisch maken. Er is geen beschrijving van alternatieven om de reactiviteit te beheersen. In het kader van de stresstest is een overweging van de mogelijkheden daarvoor relevant.</i></p>
	<p>1.4.2. Warmteoverdracht van reactor naar de ultieme 'heat sink'<sup>8</sup></p>
	<p><i>Uit de beschrijving is niet duidelijk of de vervalwarmte wordt afgevoerd via de primaire-secundaire koelketen. Dit blijkt niet zo te zijn. Bij afschakelen van de reactor wordt altijd de primaire pomp afgeschakeld en de vervalwarmte wordt afgevoerd naar het bassin en via het bassin naar de containmentatmosfeer.</i></p>
	<p>1.4.2.1. Alle aanwezige manieren / ketens van warmteoverdracht van de nucleaire installatie naar de primaire ultieme heat sink (bv. zeewater) en naar de secundaire heat-sinks (bv. atmosfeer of regionale verwarmingssysteem) in de verschillende afschakeltoestanden van de reactor: warm onderkritisch, afkoelen van warm naar koud onderkritisch, koud onderkritisch met gesloten primair systeem, en koud onderkritisch met open primair systeem.</p>

<sup>8</sup> De **ultieme heat sink** is een waterlichaam (bv. een rivier, zee of meer), het grondwater of de atmosfeer, waarnaar een gedeelte of de volledige vervalwarmte afgevoerd wordt, tijdens normaal bedrijf, voorziene gebeurtenissen of ongevalsituaties (zie IAEA NS-R-4; Safety of Research Reactors)



	<i>Er ontbreekt een beschrijving op welke wijze koeling van de kern plaats vindt indien bij afgeschakelde primaire pomp de trechter niet ontkoppelt van de kern. Dit is wel opgenomen onder het hoofdstuk 2 aardbevingen.</i>
	1.4.2.2. Ontwerp van de warmteoverdrachtketens en de bescherming tegen interne/externe gebeurtenissen: loop van de redundante en diversitaire warmteoverdrachtleidingen en de locatie van de belangrijkste apparatuur. Fysieke bescherming van de apparatuur tegen interne en externe bedreigingen.
<b>A</b>	<i>Onduidelijk is op welke wijze de water-treatment en water make-up systemen intakken in het primair systeem (aangesloten zijn op welke sectie van het bassin).</i>
	1.4.2.3. Mogelijke beperkingen in tijd voor de beschikbaarheid van verschillende warmteoverdrachtketens en mogelijkheden om hun bedrijfstijd door externe maatregelen (bijv. het opraken van opslagwater en mogelijkheden om dit bij te vullen) te verlengen.
<b>A</b>	<i>Hier wordt niet beschreven op welke wijze het reactorbassin (UHS) bijgevuld kan worden. Dit wordt wel in 1.3.8 kort aangegeven en elders in het rapport beschreven. Er is in het CSA-rapport niet beschreven of deze systemen geclassificeerd en dus gekwalificeerd zijn als veiligheidssysteem. Tevens is onduidelijk wat de beperkingen zijn van deze systemen (T1 en brandblussysteem). Tevens is niet duidelijk of beide secties apart gevuld kunnen worden en of sectie 1 dus nog bijgevuld kan worden in geval van lekkage in sectie 2 en gesloten bassindeur.</i>
	1.4.2.4. Wisselstroombronnen en -batterijen die kunnen voorzien in de noodzakelijke voeding van elke keten (bijv. voor de aandrijving van pompen en kleppen om het systeem te besturen).
	<i>Hier is aangegeven dat de 'water clean-up' en 'water make-up' – systemen niet door noodstroom gevoed worden en dus in geval van LOOP niet beschikbaar zijn.</i>
	1.4.2.5. Noodzaak en behoefte aan koelingsystemen die tot een zekere warmteoverdrachtketen behoort; speciale aandacht zal gegeven moeten worden aan het verifiëren of de alternatieve warmteoverdrachtketens (bijv. luchtkoeling, koeling met water van alternatieve bronnen, mogelijke beperkingen voor koelmiddelvoorziening) daadwerkelijk diversitair zijn.
	<i>In de beschrijving van de benodigde koelsystemen ontbreekt het gegeven dat de reactor maar gedurende 1 uur op 3 MW mag worden bedreven vanwege de beperkte secundaire koelcapaciteit.</i>
	1.4.3. Warmteoverdracht van het splijtstofopslagbassin naar de ultieme 'heat sink'
<b>A</b>	<i>Aangezien de bestraalde splijtstof zich ook in het bassin bevindt dat onderdeel uitmaakt van het primair systeem, zijn de koelsystemen hetzelfde als bij 1.4.2. Dit is echter niet meer zo als de bassins van elkaar gescheiden zijn. Onduidelijk is of sectie 1 of sectie 2 nog bijgevuld kan worden in geval van</i>

	<i>lekkage en er dus nog gevoed kan worden door het 'water clean-up and make-up' systeem.</i>
	1.4.3.1. Alle bestaande warmteoverdrachtmiddelen / -ketens van het splijtstofbassin naar de primaire 'heat sink' (bijv. zeewater) en naar de secundaire 'heat sink' (bijv. atmosfeer of regionale verwarmingssysteem).
	1.4.3.2. Informatie over ontwerp, fysieke bescherming, beperkingen in gebruikstijd, voedingsbronnen en de koeling van apparatuur net zoals onder 1.3.2.
	1.4.4. Warmteoverdracht van het reactor 'containment' <sup>9</sup> naar de ultieme 'heat sink'
	1.4.4.1. Alle bestaande manieren / ketens van warmteoverdracht van het 'containment' naar de primaire 'heat sink' (bijv. zeewater) en de secundaire 'heat sink' (bijv. atmosfeer).
<b>A</b>	<i>In het CSA-rapport ontbreekt een beschrijving van de mogelijkheden om het containment te koelen, bijvoorbeeld in geval van verdamping van het bassinwater als de reactor in ongevalcondities niet gescremd is. In het rapport wordt wel het ventilatiesysteem beschreven en een isolation bypass valve wordt genoemd evenals een klep naar de regelkamer, maar hoe en onder welke omstandigheden deze systemen gebruikt kunnen worden voor warmteafvoer vanuit het containment en welke hulpsystemen daarvoor nodig zijn is niet beschreven.</i>
	1.4.4.2. Informatie over ontwerp, fysieke bescherming, beperkingen in gebruikstijd, voedingsbronnen en de koeling van apparatuur net zoals onder 1.3.2.
	1.4.5. Insluiting van radioactieve stoffen
	1.4.5.1 Aanwezige methodes van insluiting
	1.4.5.2 Informatie over ontwerp, fysieke bescherming, beperkingen in gebruikstijd, voedingsbronnen en de koeling van apparatuur ten behoeve van de insluiting
	1.4.5.3 Wisselstroombronnen en -batterijen die kunnen voorzien in de noodzakelijke voeding van elk onderdeel van het insluitingsysteem
<b>A</b>	<i>In deze paragraaf staat aangegeven dat de ventilatoren en de ventilatiekleppen niet aangesloten zijn op de noodstroomdieselgenerator. Bij navraag of dit wel technisch aangepast kan worden werd gesteld dat de ventilatiekleppen al op de noodstroomdieselgenerator zijn aangesloten. Deze informatie is tegenstrijdig.</i>
	1.4.5.4 Noodzaak en behoefte aan de insluitingsystemen
	<i>Uit nader verkregen informatie blijkt dat de isolatieafsluiters van de rabbitsystemen automatisch sluiten (veersluitend en veilig falend) in geval van een RIS. Tevens blijkt dat in de meeste gevallen in geval van een RIS ook een BIS optreedt. Als geen gelijktijdige BIS optreedt,</i>

<sup>9</sup> **Containment:** Methodes of fysieke constructies ontworpen om de verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen. Containment wordt gebruikt om te refereren aan methodes of constructies om de verspreiding van radioactieve stoffen naar de omgeving te voorkomen als de insluiting ('confinement') faalt. (Zie IAEA NS-R-4; Safety of Research Reactors)

	<i>kunnen de bassinafsluiters handmatig gesloten worden.</i>
	1.4.6. Wisselstroom voeding
	1.4.6.1. Externe voeding
	1.4.6.1.1. Informatie over de betrouwbaarheid van de externe voeding: Historische gegevens ten minste over stroomuitval en de duur daarvan gedurende de levensduur van de installatie.
<b>A</b>	<i>Hier worden gemiddelden genoemd voor Nederland. Relevant is met name welke gevallen er geweest zijn tijdens de levensduur van de reactor. Deze gegevens zijn beschikbaar, maar niet in het CSA-rapport gebruikt.</i>
	1.4.6.1.2. Verbindingen van de nucleaire installaties met externe elektriciteitsnetten: loop van transmissielijn en mogelijke aardkabels met hun verbindingpunten, fysieke bescherming en ontwerp tegen interne en externe gevaren.
<b>A</b>	<i>De verbinding met het externe net, waaronder het 10kV-station, is niet uitgelegd en niet in een duidelijk schema weergegeven. Tevens is niet duidelijk gemaakt op welke wijze de verbindingen met het externe net zijn beschermd tegen interne en externe gevaren.</i>
	1.4.6.2. Vermogensverdeling binnen de nucleaire installaties
	1.4.6.2.1. Hoofdbekabeling en stroomverdeling schakelborden
	1.4.6.2.2. Ontwerp, locatie en fysieke bescherming tegen interne en externe gevaren.
<b>A</b>	<i>De transformatoren zijn niet beschermd tegen interne en externe gevaren. Schema's zijn te summier. Fysieke bescherming is niet uitgewerkt voor de elektrische systemen. Met name brand en security horen hier uitgewerkt te worden. KFD vindt het tevens noodzakelijk dat uitval van verwarming (gasvoorziening) beschreven wordt en dat mogelijke gevolgen van bevriezing weergegeven worden, dit is tevens relevant voor de noodstroomsystemen.</i>
	1.4.6.3. Hoofdbron voor back-up stroomvoorziening binnen de inrichting.
	1.4.6.3.1. Bronnen binnen de inrichting die als eerste back-up dienen wanneer externe voeding is uitgevallen.
<b>A</b>	<i>Er is aangegeven dat de nooddiesel regulier getest wordt, maar niet hoe vaak de werking van het noodvoedings-systeem integraal getest wordt. Ook is niet aangegeven of een (kortstondige) onderbreking van de no-break voeding getest is en wat de consequenties zijn van een storing in dit systeem.</i>
	1.4.6.3.2. Redundantie, scheiding van redundante bronnen door constructies of afstand en hun fysieke bescherming tegen interne en externe gevaren.
<b>A</b>	<i>De dieselgenerator is niet beschermd tegen interne en externe gevaren. De bronnen zijn weergegeven, maar common-cause failures (zoals falen in schakelkast of brand in schakelruimte of kabelgoten) zijn niet geïnventariseerd.</i>
	1.4.6.3.3. Beperkingen in tijd voor de beschikbaarheid van deze bronnen en externe maatregelen om de gebruiktijd te verlengen (bijv. capaciteit

	brandstoftank)
<b>A</b>	<i>De dieselgenerator is 6 uur beschikbaar voor de minimaal aanwezige dieselvoorraad. De vereiste vanuit de ENSREG specificaties is 72 uur, maar dit geldt voor veiligheidssystemen. Uitgezocht moet worden of de dieselgenerator niet veiligheidsrelevant is mbt toegang tot de reactor, en ten behoeve van instrumentatie en monitoring.</i>
	1.4.6.4. Diversitaire, permanent geïnstalleerde bronnen voor back-up stroomvoorziening binnen de inrichting.
	<i>Niet aanwezig, behalve UPS-systeem dat onder 1.4.7. wordt behandeld.</i>
	1.4.6.4.1. Alle diversitaire bronnen die voor dezelfde taken gebruikt kunnen worden als de hoofd back-up bronnen, of voor beperkte, specifieke doelen (bijv. voor afvoer van vervalwarmte van de reactor wanneer het primaire systeem intact is, voor het gebruik van systemen die de integriteit van het 'containment' na kernsmelt beschermen).
	1.4.6.4.2. Informatie over locatie, fysieke bescherming en beperkingen in gebruikstijd net zoals onder 1.4.5.3.
	1.4.6.5. Andere voedingsbronnen die bestemd zijn voor gebruik en in gereedheid van gebruik worden gehouden als laatste redmiddel om een ernstig ongeval dat de reactor of de bestraalde splijtstof beschadigt te voorkomen.
	<i>Niet aanwezig</i>
	1.4.6.5.1. Potentieel beschikbare specifieke verbindingen met naastgelegen eenheden of met andere nabijgelegen energiecentrales.
	1.4.6.5.2. Mogelijkheden om verplaatsbare voedingsbronnen aan te sluiten om bepaalde veiligheidssystemen te voeden.
	1.4.6.5.3. Informatie over elke voedingsbron: vermogenscapaciteit, voltage en andere relevante beperkingen.
	1.4.6.5.4. Noodzakelijke voorbereidingen om de bron in gebruik te nemen: noodzaak voor specifiek personeel, procedures en training, verbindingstijd, contractafspraken als deze niet in eigendom van de vergunninghouder is, kwetsbaarheid van de bron in relatie met externe gevaren en weersomstandigheden, evenals afspraken voor toegang tot de bron, inclusief de opslaglocatie (zowel in relatie met de locatie als met de bescherming tegen potentiële gevaren), en of deze gedeeld worden met meerdere units/locaties.
	1.4.7. Accu's (batterijen)
	1.4.7.1. Beschrijving van elke afzonderlijke accubatterij die gebruikt kan worden om veiligheidsrelevante afnemers te voeden: capaciteit en tijd om de batterijen uit te putten in verschillende bedrijfssituaties.
<b>A</b>	<i>Een heldere beschrijving van het UPS met batterijen is niet gegeven. Deze UPS batterijen kunnen 1 uur stroom leveren en dienen om de opstarttijd van de dieselgenerator te overbruggen. Zie de beoordeling van vereiste 5 voor onderscheid in diverse functies die gedurende korte of lange tijd in bedrijf gehouden moeten worden. Dit overzicht moet aangeven hoe en hoelang de functies in stand gehouden worden, en evt. hoe functies tijdelijk hersteld kunnen worden</i>

	1.4.7.2. Afnemers die door elke accubatterij worden bediend: klepaandrijvingen, controlesystemen, meetapparatuur etc.
	<i>De UPS batterijen voeden alleen de instrumentatie en de noodverlichting.</i>
	1.4.7.3. Fysieke locatie en scheiding van de accubatterijen en hun bescherming tegen interne en externe gevaren.
<b>A</b>	<i>De UPS-batterijen zijn bij hun gebruikers opgesteld en zijn niet beschermd tegen interne en externe gevaren. Verbruikerslijst van noodstroom-diesel en van no-break spanning zijn nodig om bovenstaande beoordeling te kunnen doen. Tevens vindt KFD het nodig dat gelijkrichter, accu's, wisselrichter en verdeelinrichtingen getoetst worden op met name brand en security.</i>
	1.4.7.4. Alternatieve mogelijkheden om elke accubatterij op te laden.
	<i>Behalve de dieselgenerator zijn er geen alternatieve mogelijkheden.</i>
	<i>NVT</i>
	<b>1.5 Omvang en belangrijkste resultaten van de Probabilistische risicobeoordeling (PSA)</b> Omvang van de PSA is zowel voor niveau 1, waarin kernsmeltfrequentie wordt geadresseerd, als niveau 2, waarin frequentie van grootschalig vrijkomen van radioactiviteit als gevolg van falen van het 'containment' uitgelegd. Op elk niveau en afhankelijk van de omvang van de bestaande PSA, worden de resultaten en de respectievelijke risicobidrages gepresenteerd voor de verschillende begingebourtenissen zoals het willekeurig falen van apparatuur, brand, interne en externe overstroming, extreme weersomstandigheden, seismische gevaren. Er wordt ook informatie gepresenteerd over PSA's die uitgevoerd zijn voor verschillende bedrijfsomstandigheden: volledig vermogen, klein vermogen of afgeschakelde reactor.
	<i>Resultaten in termen van kernsmeltfrequenties ontbreken. Feitelijk ontbreekt een (full-scope) PSA. Er bestaat wel een probabilistische ongevalanalyse.</i>

	<b>2. Aardbevingen</b> Zowel de reactor, het splijtstofopslagbassin als de opslag van bestraalde splijtstof binnen de inrichting en de andere nucleaire installaties moeten in oenschouw genomen worden.
	<b>2.1 Ontwerpbasis</b>
	2.1.1 Aardbeving waartegen de nucleaire installaties zijn ontworpen
	2.1.1.1 Achtergrond
	2.1.1.2 Kenmerken van de ontwerpaardbeving (DBE) Niveau van de DBE uitgedrukt in maximale, horizontale grondversnelling (Peak Ground Acceleration; PGA). Als er geen DBE was gespecificeerd in het originele ontwerp vanwege zeer lage seismiciteit van de locatie, de PGA die gebruikt is om de robuustheid van het 'as-built' ontwerp aan te tonen.
	<i>Ten tijde van het ontwerp is er geen DBE gespecificeerd. Op</i>

	<i>basis van seismische informatie (gegevens over historische aardbevingen en de seismische risicokaart) is de maximale grondversnelling op de locatie van de HOR bepaald op 0,22 m/s<sup>2</sup>. De IAEA safety guides gaan uit van een minimum waarde voor de grondversnelling van 1,0 m/s<sup>2</sup> (=0,1 g).</i>
	2.1.1.3 Methodologie die is gebruikt om de ontwerpaardbeving te evalueren Verwachte frequentie van de DBE, statistische analyse van historische gegevens, geologische informatie van de locatie, veiligheidsmarge
	<i>Er heeft geen evaluatie van de DBE plaatsgevonden.</i>
	2.1.1.4 Conclusie over de geschiktheid van de ontwerpaardbeving Herbeoordeling van de juistheid van eerdere informatie, gebruik makend van kennis over de huidige stand der techniek.
	<i>Er is geen DBE gespecificeerd; een conclusie over de geschiktheid wordt dan ook niet getrokken. Er is beperkt aandacht besteed aan de maximaal te verwachten aardbeving, zonder dat daar een uitgebreide evaluatie naar heeft plaatsgevonden. Verderop in hoofdstuk 2 wordt de door de IAEA genoemde minimum waarde voor de grondversnelling van 1,0 m/s<sup>2</sup> gebruikt.</i>
	2.1.2 Voorzieningen om de nucleaire installaties tegen de ontwerpaardbeving te beschermen
	2.1.2.1 Identificatie van de systemen, constructies en componenten (SSC) die nodig zijn voor een veilige afschakeling en die het meest in gevaar worden gebracht tijdens een aardbeving. Evaluatie van hun robuustheid in relatie met de DBE en beoordeling van de potentiële veiligheidsmarge.
<b>A</b>	<i>Er wordt een beschrijving gegeven van de manier waarop de 3 fundamentele veiligheidsfuncties (reactiviteitscontrole, verwijdering van restwarmte en het binnenhouden van radioactieve stoffen) functioneren in geval van een aardbeving. Een evaluatie van de marges is niet uitgevoerd. De aanbeveling een meer gedetailleerde evaluatie van de seismische belasting op de controlestaven uit te voeren wordt door de KFD onderschreven. In paragraaf 2.2.4 is de aanbeveling beperkt tot het testen van de regelstaven in geval van een maximaal te verwachten aardbeving. De KFD beveelt aan de meer gedetailleerde evaluatie zoals beschreven in deze paragraaf uit te voeren en daarbij te bepalen bij welke grondversnelling de regelstaven zouden moeten vallen, gerelateerd aan de ontwerpuitgangspunten van de reactor. Hierbij moet rekening gehouden worden met versnellingen in verschillende richtingen.</i>  <i>Onduidelijk is in hoeverre de isolatiekleppen van het reactorgebouw bestand zijn tegen aardbevingen. De KFD beveelt aan dit nader te onderzoeken (zie ook 2.2.4).</i>  <i>Er is geen aardbevingsdetectiesysteem. Afschakelen in geval van een aardbeving gebeurt handmatig. Hier zijn geen</i>

	<i>processen of procedures (bijv. afspraken met het KNMI) voor aanwezig.</i>
	2.1.2.2 Onvoorziene bedrijfsomstandigheden in geval van schade die door een aardbeving veroorzaakt kunnen worden en die een veilige afschakeling van de reactor kunnen bedreigen.
	2.1.2.3 Bescherming tegen indirecte effecten van een aardbeving, bijvoorbeeld:
	2.1.2.3.1 Beoordeling van mogelijk falen van zware structuren, drukhoudende apparaten, apparatuur met draaiende delen of systemen die grote hoeveelheden vloeistof bevatten die niet ontworpen zijn om de ontwerpaardbeving te weerstaan en die de warmteafvoer naar de 'heat sink' door mechanische interactie of door interne overstroming in gevaar brengen.
<b>A</b>	<p><i>De pijpen, kleppen en structuren zijn niet ontworpen en gebouwd voor een ontwerpaardbeving. Op basis van kwalitatieve internationale studies naar het gedrag van pijpsystemen bij aardbevingen wordt de conclusie getrokken dat deze onderdelen flexibel genoeg zijn om een aardbeving te weerstaan.</i></p> <p><i>De hoge druk gascilinders die vastgemaakt zijn aan de muren van het reactorgebouw kunnen in geval van een aardbeving losraken en/of exploderen. Dit kan leiden tot schade, echter niet tot het verlies van één van de drie fundamentele veiligheidsfuncties (zie ook paragraaf 7.1).</i></p> <p><i>Het falen van de polaire kraan wordt onwaarschijnlijk geacht. Gedetailleerde informatie hierover ontbreekt. Aanbevolen wordt de robuustheid in geval van een aardbeving verder te bestuderen.</i></p>
	2.1.2.3.2 Verlies van externe voeding die de impact van door aardbevingen geïnduceerde schade in de nucleaire installaties kan aantasten.
	<i>Verlies van externe voeding heeft geen gevolgen voor de installatie aangezien het afschakelen een compleet passief proces is.</i>
	2.1.2.3.3 Situatie buiten de nucleaire installaties, inclusief het beletten of vertragen van de toegang van personeel en uitrusting tot de locatie.
	2.1.2.3.4 Andere indirecte effecten (bijv. brand of explosies)
<b>A</b>	<i>Het is niet duidelijk in hoeverre liquefactie relevant is en wat mogelijke gevolgen hiervan zijn. De KFD beveelt aan een evaluatie uit te voeren naar de mogelijkheid van het voorkomen van liquefactie en eventuele gevolgen daarvan.</i>
	2.1.3. Toereikendheid van de nucleaire installaties met hun huidige vergunningsbasis

	2.1.3.1 Processen van de vergunninghouder om te garanderen dat de systemen, constructies en componenten die nodig zijn voor een veilige afschakeling na een aardbeving of die indirecte effecten die in de voorgaande paragrafen zijn besproken kunnen veroorzaken, operationeel blijven.
	2.1.3.2 Processen van de vergunninghouder om te garanderen dat mobiele apparatuur en voorraden die gepland zijn voor beschikbaarheid na een aardbeving, continu in staat van paraatheid voor gebruik zijn.
	2.1.3.3 Potentiële afwijkingen van de vergunningsbasis en acties om die afwijkingen te adresseren.
	<i>Er zijn geen afwijkingen ten opzichte van de vergunningsbasis. Er bestaan geen specifieke procedures/processen voor aardbevingsituaties.</i>
	<b>2.2. Evaluatie van de veiligheidsmarges</b>
	2.2.1. Omvang van de aardbeving die leidt tot ernstige splijtstofschade Zwakke punten en 'cliff edge' effecten: schatting van de PGA waarboven verlies van fundamentele veiligheidsfuncties of zware splijtstofschade (in het reactorvat of in het splijtstofopslagbassin) onvermijdbaar wordt.
	<i>De grondversnelling van de aardbeving waarbij het bassin in beweging zal komen is berekend op 1,2 m/s<sup>2</sup> (met gebruik van een veiligheidsfactor 1) en 0,6 m/s<sup>2</sup> (met gebruik van een veiligheidsfactor 2). Beide waarden liggen hoger dan de maximale grondversnelling op de locatie van de HOR op basis van de seismische risicokaart (0,22 m/s<sup>2</sup>). De minimum waarde voor de grondversnelling van 1,0 m/s<sup>2</sup> die door de IAEA wordt aanbevolen overschrijdt echter de grondversnelling bij de toepassing van een veiligheidsfactor van 2. De mogelijke gevolgen hiervan worden niet behandeld. (zie aanbeveling onder 2.2.4)</i>  <i>Verder zijn geen marges en cliff edges gekwantificeerd.</i>
	2.2.2. Omvang van de aardbeving die leidt tot een verlies van de integriteit van de 'containment' Schatting van de PGA die resulteert in een verlies van de integriteit van de reactor 'containment'
	<i>Er zijn geen marges en cliff edges gekwantificeerd. Aanbevelingen om de integriteit van het containment verder te analyseren zijn gegeven in 2.2.4.</i>
	2.2.3. Aardbeving die de ontwerpaardbeving voor de nucleaire installaties overschrijdt en zorgt voor een overstroming die de ontwerpoverstroming overschrijdt. Mogelijkheid van een externe overstroming veroorzaakt door een aardbeving en potentiële gevolgen op de veiligheid van de nucleaire installaties. Evaluatie van de geografische factoren en de fysieke mogelijkheid van een aardbeving om externe overstroming binnen de inrichting te veroorzaken, bijvoorbeeld door het falen van een dam stroomopwaarts van de rivier die langs de locatie stroomt.
	2.2.4. Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties tegen een aardbeving te vergroten.



	Overweging van de maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties tegen seismische fenomenen te vergroten en daarmee hun veiligheid verhogen.
<b>A</b>	<p><i>Het rapport bevat de aanbeveling een seismische evaluatie van de schoorsteen/ventilatieschacht uit te voeren en daarbij te onderzoeken in hoeverre het containment bestand is tegen brokstukken. Gezien de eerdere opmerkingen in dit hoofdstuk wordt aanbevolen deze seismische evaluatie uit te breiden met:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bepalen van de bestandheid van de reactor isolatiekleppen tegen aardbevingen (zie 2.1.2.1)</i></li> <li>• <i>Evaluatie van de mogelijke gevolgen van het in beweging komen van het bassin.</i></li> <li>• <i>Onderzoek naar mogelijkheid van liquefactie en potentiële gevolgen daarvan.</i></li> </ul> <p><i>Een specifieke en gedetailleerde evaluatie van de seismische risico's (seismic hazard analysis) voor de RID locatie heeft niet plaatsgevonden. De KFD vindt een dergelijke evaluatie noodzakelijk. In deze evaluatie moet aandacht besteed worden aan de terugkeerfrequentie van mogelijke aardbevingen. Eventuele door de mens veroorzaakte aardbevingen als gevolg van gaswinning of ondergrondse opslag (zie figuur 2.2 uit het rapport) moet hierbij meegenomen worden. Potentiële gevolgen van een aardbeving moeten duidelijker in kaart worden gebracht. Een 'seismic walkdown' wordt aanbevolen om te onderzoeken of er bepaalde SSC's kwetsbaar zijn en te beoordelen of er verbeteringen in de installatie zijn door te voeren.</i></p> <p><i>De overige beschreven maatregelen ter verbetering worden onderschreven door de KFD. Hierbij wordt opgemerkt dat het testen van de magnetische 'holding force' van de regelstaven in geval van een aardbeving verbreed zou moeten worden naar een evaluatie van seismische belasting van de regelstaven (zie de eerder gemaakte opmerkingen bij 2.1.2.1).</i></p>

	<b>3. Overstroming</b>
	Zowel de reactor, het splijststofopslagbassin als de opslag van bestraalde splijststof binnen de inrichting en de andere nucleaire installaties moeten in ogenschouw genomen worden.
	<b>3.1 Overstromingsbronnen (ingevoegd; extra tov ENSREG)</b>
	<b>3.2 Ontwerpbasis</b>
	3.2.1 Overstroming waartegen de nucleaire installaties zijn ontworpen

	<p>3.2.1.1 Kenmerken van de ontwerpoverstroming (DBF) Maximale overstromingshoogte verondersteld in het ontwerp van de nucleaire installaties en de maximum veronderstelde snelheid van verhoging van het waterniveau. Als er geen DBF is verondersteld, evaluatie van de overstromingshoogte die de functie van de elektrische vermogenssystemen of de warmteoverdracht naar de 'heat sink' ernstig in gevaar brengt.</p>
	<p><i>Als ontwerpoverstroming voor het reactorgebouw is een maximaal waterniveau van 2,4 m boven het grondniveau verondersteld. Dit is een waterniveau van +1.2 m NAP. Krachten als gevolg van mogelijke overstromingen zijn hier niet in meegenomen. Voor de overige gebouwen is geen ontwerpoverstroming vastgesteld.</i></p>
	<p>3.2.1.2 Methodologie die is gebruikt om de ontwerpoverstroming te evalueren. Herbeoordeling van de maximale overstromingshoogte die mogelijk wordt verondersteld binnen de inrichting, met het oog op historische gegevens en de best beschikbare kennis over de fysieke fenomenen die de overstromingshoogte mogelijk kunnen vergroten.</p>
	<p><i>De maximale gevolgen van een overstroming van verschillende bronnen (Noordzee, rivieren, grondwater) zijn beschreven op basis van beschikbare relevante rapporten. Gegevens over de faalkans van de dijkkring die bescherming tegen overstroming van rivieren biedt (dijkkring 14) zijn niet bekend.</i></p>
	<p>3.2.1.3 Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen externe overstroming</p>
	<p><i>De ontwerpoverstroming van het reactorgebouw is voldoende voor de maximaal veronderstelde gevolgen van overstromingen. Vanwege de relatief grote afstand ten opzichte van de overstromingsbronnen wordt de belasting van het water (bijvoorbeeld door golfwerking) als niet significant verondersteld. Voor de overige gebouwen is geen ontwerpoverstroming bepaald.</i></p>
	<p>3.2.2. Schatting van de veiligheidsmarge tegen overstroming Schatting van het verschil tussen de maximale veronderstelde overstromingshoogte binnen de inrichting en de overstromingshoogte die de veiligheidssystemen die essentieel zijn voor de warmteoverdracht van de reactor en de bestraalde splijtstof naar de ultieme 'heat sink' ernstig in gevaar brengt. Maatregelen om de nucleaire installaties tegen de ontwerpoverstroming te beschermen.</p>
	<p>3.2.2.1 Identificatie van de systemen, constructies en componenten (SSC) die nodig zijn voor een veilige afschakeling en die het meest in gevaar worden gebracht wanneer de overstroming toeneemt.</p>
	<p>3.2.2.2 Belangrijkste ontwerp- en constructievoorzieningen om de invloed van overstroming op de nucleaire installaties te voorkomen</p>
	<p><i>Het reactorgebouw is ontworpen voor een waterniveau van 2,4m boven het grondniveau. In relatie tot de maximaal mogelijke overstroming geeft dit een marge. Voor de overige gebouwen is geen ontwerpoverstroming vastgesteld.</i></p>

	3.2.2.3 Belangrijkste operationele voorzieningen om de invloed van overstroming op de nucleaire installaties te voorkomen.
	<i>Er zijn geen specifieke procedures voor overstromingsituaties.</i>
	3.2.2.4 Situatie buiten de nucleaire installaties, inclusief het beletten of vertragen van de toegang van personeel en uitrusting tot de locatie.
	3.2.3. Toereikendheid van de nucleaire installaties met hun huidige vergunningsbasis
	3.2.3.1 Processen van de vergunninghouder om te garanderen dat de systemen, constructies en componenten die nodig zijn om een veilige afschakeling te bereiken en te behouden, en alle systemen en constructies die voor bescherming tegen overstroming ontworpen zijn, in foutloze staat blijven.
	<i>Er zijn geen specifieke processen voor overstromingsituaties.</i>
	3.2.3.2 Processen van de vergunninghouder om te garanderen dat mobiele apparatuur en voorraden die bestemd zijn om te gebruiken bij overstroming continu in staat van paraatheid voor gebruik zijn.
	<i>Er zijn geen specifieke processen voor overstromingsituaties.</i>
	3.2.3.3 Potentiële afwijkingen van de vergunningsbasis en acties om die afwijkingen te adresseren.
	<b>3.3. Evaluatie van de veiligheidsmarges</b>
	3.3.1. Schatting van de veiligheidsmarges tegen een overstroming Schatting van het verschil tussen de maximaal veronderstelde overstromingshoogte binnen de inrichting en de overstromingshoogte die de veiligheidssystemen die essentieel zijn voor de warmteoverdracht van de reactor en het bestraalde splijtstof naar de 'heat sink' ernstig in gevaar kunnen brengen.
	<i>De veiligheidsmarges voor overstromingen zijn bepaald door het stapsgewijs verhogen van het waterniveau. Er wordt beschreven bij welke waterhoogte verschillende systemen zullen falen of gebouwen zullen vollopen. Tot aan de ontwerpoverstroming van 2,4 m boven grondniveau (+1,2 NAP) worden de 3 fundamentele veiligheidsfuncties niet aangetast. Als het waterniveau hoger komt dan 2,4 m boven grondniveau kan het containment falen. Water zal dan het reactorgebouw binnen komen. Dit gebeurt zeker bij een waterhoogte van 3,8 meter boven grondniveau (via de luchtinlaat). Het binnentreden van water in de reactorhal heeft naar verwachting geen direct effect op de koeling aangezien die geheel passief verloopt. Er kan echter wel radioactiviteit vrijkomen. In hoeverre de installatie bestand is tegen belasting als gevolg van overstromingen is niet bekend.</i>
	3.3.2. Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties tegen een overstroming te vergroten. Overweging van de maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties tegen overstroming te vergroten en daarmee hun veiligheid verhogen.
	<i>Er wordt beschreven dat in geval van een te verwachten</i>

	<p><i>overstroming als voorzorgmaatregel besloten kan worden de reactor af te schakelen. Procedures hiervoor ontbreken echter (zo zijn er geen afspraken met andere overheden over waarschuwing in geval van mogelijke overstromingen) en worden niet als aanbeveling opgenomen. De KFD beveelt aan procedures op te stellen voor overstromingsituaties (inclusief afstemming met andere overheden).</i></p> <p><i>Het RID heeft verder met het oog op de robuustheid van de confinement functie een studie naar de waterafdichting aangekondigd.</i></p>
--	---

	<b>4. Extreme weersomstandigheden</b>
	<b>4.1. Ontwerpbasis</b>
	4.1.1. Heroverweging van de weersomstandigheden die als ontwerpbasis gebruikt zijn
	4.1.1.1 Verificatie van de weersomstandigheden die als ontwerpbasis voor de verschillende systemen, constructies en componenten van de nucleaire installaties gebruikt zijn: maximum temperatuur, minimum temperatuur, verschillende stormtypes, hevige regenval, harde wind etc.
	<p><i>Voor een aantal weersomstandigheden is een ontwerpbasis vastgesteld.</i></p> <p><i>De oorspronkelijke ontwerpbasis voor windbelasting (45 m/s) van het reactorgebouw is in 1995 geëvalueerd door middel van nieuwe berekeningen waarin verschillende belastingen gecombineerd zijn. Dit heeft geleid tot een hogere uitgangswaarde ten opzichte van de ontwerpbasis (namelijk 63 m/s). Er is geen ontwerpwaarde voor windbelasting vastgesteld voor de schoorsteen/ventilatieschacht. Er is geen minimum en maximum temperatuur als ontwerpbasis vastgesteld.</i></p> <p><i>Voor regenval en sneeuw wordt voor de ontwerpbasis verwezen naar NEN-standaarden (NEN 1055 voor oudere gebouwen, NEN 3850 en NEN 6702 voor nieuwe gebouwen). Voor bliksem is geen specifieke ontwerpbasis vastgesteld.</i></p>
	4.1.1.2 Veronderstelling van de juiste specificaties voor extreme weersomstandigheden als de originele ontwerpbasis deze niet bevat.
<b>A</b>	<p><i>Op basis van de maximaal gemeten windsnelheid (23,7 m/s) en wind gust (41,4 m/s) is de verhouding tussen beide waarden <math>41,4/23,7 = 1,76</math>.</i></p> <p><i>Onderzoek heeft aangetoond dat de maximale windsnelheid die eens in de 10.000 jaar verwacht kan worden 35 m/s is. Indien de bovenstaande verhouding tussen windsnelheid en</i></p>

	<p><i>wind gust van 1,76 wordt gebruikt in plaats van de standaardverhouding van 1,5 die het KNMI voorschrijft, is een maximale wind gust van <math>35 * 1,76 = 62</math> m/s te verwachten.</i></p> <p><i>Aanbevolen wordt bij de berekening van de windbelasting op de schoorsteen/ventilatieschacht deze aannames en historische informatie mee te nemen (zie ook 4.2.2). Voor wat betreft neerslag wordt in het rapport slechts ingegaan op de maximale hoeveelheid neerslag die per 10 jaar kan voorkomen. Voor de maximaal te verwachten hoeveelheid sneeuw wordt een terugkeerfrequentie van 50 jaar genoemd. Beide gegevens zijn afgeleid uit algemene informatie voor Nederland en niet specifiek gekoppeld aan Delft. De KFD beveelt aan nader onderzoek uit te voeren naar de maximale neerslag/sneeuw met hogere terugkeerfrequenties.</i></p>
	4.1.1.3 Beoordeling van de verwachte frequentie van de origineel veronderstelde of de hergedefinieerde basisontwerpcondities.
	4.1.1.4 Overweging van potentiële combinaties van weersomstandigheden.
	4.1.1.5 Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen extreme weersomstandigheden
	<p><i>Het is onduidelijk in hoeverre de schoorsteen/ventilatieschacht bestand is tegen windbelasting. (zie aanbevelingen 4.2.2)</i></p> <p><i>Niet alle daken zijn voldoende beschermd tegen accumulatie van regenwater in geval van het falen van de regenwaterafvoer. (zie ook 4.2.2) Het dieselgeneratorgebouw is in de rapportage niet beschreven. Hier is los van de rapportage afzonderlijk informatie over gegeven (maximale belasting volgens NEN6702 van <math>58 \text{ kg/m}^2</math> met dakranden van 20 cm)</i></p>
	4.2. Evaluatie van de veiligheidsmarges
	<p>4.2.1. Schatting van de veiligheidsmarges tegen extreme weersomstandigheden</p> <p>Analyse van de mogelijke invloed van verschillende extreme weersomstandigheden op de betrouwbare werking van veiligheidssystemen die essentieel zijn voor de warmteoverdracht van de reactor en de bestraalde splijtstof naar de 'heat sink'.</p> <p>Schatting van het verschil tussen de ontwerpbasis omstandigheden en de 'cliff edge' limieten, i.e. limieten die de betrouwbaarheid van de warmteoverdracht ernstig in gevaar brengen.</p>
	<i>Voor regenval, sneeuw en wind wordt een schatting van de marges gegeven. Voor extreme temperaturen, ijsvorming en bliksem kan alleen een kwalitatieve beschrijving gegeven worden. Cliff edges worden niet genoemd.</i>
	4.2.2. Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties tegen extreme weersomstandigheden te vergroten. Overweging van de maatregelen die voorzien worden om de robuustheid

	van de nucleaire installaties tegen extreme weersomstandigheden te vergroten en daarmee hun veiligheid verhogen.
<b>A</b>	<p><i>In het rapport is als aanbeveling opgenomen om de windbelasting op de schoorsteen/ventilatieschacht nader te onderzoeken. De KFD onderschrijft deze aanbeveling en verwijst als aanvulling hierop naar de eerder gemaakte opmerking onder 4.1.1.2.</i></p> <p><i>Ook bevat het rapport de aanbeveling het dak van de regelzaal van een overloopgoot te voorzien om bij falen van de afvoeren een te grote belasting door accumulatie van regenwater te voorkomen. De KFD vindt een zelfde maatregel noodzakelijk voor het dieselgeneratorgebouw.</i></p> <p><i>De KFD beveelt aan verder locatiespecifiek onderzoek uit te voeren naar het mogelijk voorkomen van situaties met extreme neerslag/sneeuw met hogere terugkeerfrequenties. (zie ook 4.1.1.2).</i></p>

	<p><b>5. Verlies van elektrische voeding en uitval van koeling</b></p> <p>Voor het schrijven van hoofdstuk 5 wordt aanbevolen de nadruk te leggen bij de opeenvolgende maatregelen die geprobeerd kunnen worden om te voorzien in de noodzakelijke voeding en overdracht van vervalwarmte van de reactor en de bestraalde splijtstof.</p> <p>Hoofdstuk 5 moet de focus leggen op het voorkomen van ernstige schade van de reactor en de bestraalde splijtstof, inclusief alle laatste redmiddelen en evaluatie van de beschikbare tijd om ernstige schade te voorkomen in verscheidene omstandigheden. Hoofdstuk 6 moet de focus leggen op verzachtende maatregelen, i.e. de acties die genomen moeten worden na zware schade aan de reactor of splijtstofschaade om het grootschalig vrijkomen van radioactiviteit te voorkomen.</p>
	<b>5.1 Nuclear reactor</b>
	<p><b>5.1.1 Verlies van elektrische voeding</b></p> <p>Alle externe voeding naar de inrichting is verloren. Er moet aangenomen worden dan de externe voeding voor meerdere dagen verloren is. De inrichting is geïsoleerd van levering van zwaar materiaal voor 72 uur via weg, spoor of water. Na de eerste 24 uur kan draagbare lichte apparatuur vanaf andere locaties op de inrichting arriveren.</p>
	<p>5.1.1.1 Verlies van de externe voeding</p> <p>Afhankelijkheid op de functie van andere reactoren op dezelfde inrichting. Robuustheid van de voorzieningen in samenhang met seismiciteit en overstroming.</p> <p>Autonomie van de bronnen van stroomvoorziening binnen de inrichting en voorzieningen die genomen worden om de werkingstijd van de wisselstroom voeding binnen de inrichting te verlengen.</p>
	<i>Zie opmerking bij 1.4.6.3.3 voor eigenschappen van dieselgenerator en 1.4.7.1 voor UPS met accu's.</i>
	5.1.1.1.1 Ontwerpvoorzieningen die rekening houden met deze situatie:

	voorzien back-up voedingsbronnen, capaciteit en gereedheid om deze in gebruik te nemen.
	5.1.1.1.2 Autonomie van de bronnen van stroomvoorziening binnen de inrichting en voorzieningen die genomen zijn om de werkingstijd van de wisselstroom voeding op locatie te verlengen.
<b>A</b>	<i>De nooddiesel is beschreven, maar de tijden zijn veel korter dan benodigd om een adequate respons op een langdurige stroomuitval te kunnen organiseren. De capaciteit, redundantie en verbruikerslijsten met vermogensvraag en staffeling van inschakeling zijn niet weergegeven. Er is een enkele nooddiesel generator en er zijn geen alternatieve voedingsmogelijkheden beschreven. Het omgaan met de brandstoffvoorraad en eventuele veroudering (vlokking) daarin wordt niet beschreven.</i>
	5.1.1.2. Verlies van externe voeding en verlies van normale back-up wisselstroom voedingsbronnen
	5.1.1.2.1 Ontwerpvoorzieningen die rekening houden met deze situatie: diversitaire, permanent geïnstalleerde wisselstroom voedingsbronnen en/of manieren om tijdig voor andere, diverse wisselstroom voedingsbronnen te zorgen, capaciteit en gereedheid om deze in gebruik te nemen.
	5.1.1.2.2 Batterijcapaciteit, duur en mogelijkheden om batterijen op te laden
<b>A</b>	<p><i>De no-break is beschreven, maar capaciteit, redundantie van de batterijen en omvormers en vermogens van verbruikers zijn niet weergegeven. Er is geen staffeling aangegeven van verbruikersfuncties en het belang ervan op verschillende fases in het afhandelen van een langdurige black-out. Hoewel het vermogensverlies geen direct probleem is voor de reactorveiligheid blijft het een ongewenste situatie. Het kan de veerkracht belemmeren vermindert de aanvaardbaarheid van een (op zich acceptabele) situatie.</i></p> <p><i>Hoewel het verlies van elektriciteit (Station Black-Out) geen direct probleem is voor de reactorveiligheid blijft het een ongewenste situatie. Het kan de veerkracht belemmeren vermindert de aanvaardbaarheid van een (op zich acceptabele) situatie. Bij het beschikbaar hebben van elektriciteit moet een onderscheid gemaakt worden in het vermogen voor de functies in I-C-P:</i></p> <p><i>1. <b>Informatie:</b> het benodigde elektrisch vermogen om procesgegevens over de staat van de reactor, bijbehorende processen en ondersteunende systemen te meten, te verwerken, op te slaan, te visualiseren en te communiceren. Verlies van actuele informatie of verlies van de mogelijkheid tot communicatie (intern of aan de buitenwereld) is een probleem, zelfs als de reactor in een veilige toestand is. Bijv. branddetectie, bestellen van nieuwe diesel of informeren van de overheid met een vitale informatie moet altijd mogelijk</i></p>

	<p><i>zijn, zelfs na een langdurige periode zonder externe voeding.</i></p> <p>2. <b>Controle:</b> <i>elektrisch vermogen dat nodig is om de toestand van een proces te veranderen. Dit is het vermogen dat, meestal met tussenpozen, gebruikt wordt voor bijvoorbeeld het openen/sluiten van kleppen, deuren, poorten of hijskranen. Ook noodverlichting is nodig om inspecties uit te kunnen voeren en acties te ondernemen. Verlies van de mogelijkheid het uitvoeren van deze handelingen kan het herstel van de blackout belemmeren. Een overzicht is nodig van de voorzieningen en acties tijdens een blackout (die kan voorkomen in combinatie met andere problemen). Speciale aandacht is nodig voor de security (toegangsbeveiliging) in een LOOP/blackout situatie.</i></p> <p>3. <b>Vermogen:</b> <i>het elektrisch vermogen dat in een noodgeval nodig is voor continue processen zoals (nood-)verlichting, pompen of ventilatoren. Hoewel dit vermogen niet nodig is voor de veiligheid van de reactor kunnen er andere redenen zijn om deelprocessen operationeel te houden (e.g. watervoorziening of ventilatie voor onderdruk in containment).</i></p>
	5.1.1.3 Verlies van externe voeding en verlies van normale back-up wisselstroom voedingsbronnen, en verlies van permanent geïnstalleerde, diverse back-up wisselstroom voedingsbronnen.
	5.1.1.3.1 Batterijcapaciteit, duur en mogelijkheden om batterijen op te laden in deze situatie
<b>A</b>	<i>Nu is in 1.4.7.4 aangeven dat de accu's alleen vanuit het net of nooddiesel opgeladen kunnen worden. Batterijcapaciteit voor enkele vitale informatie en communicatie voorzieningen dient veel langer te worden dan de huidige 1 uur en een procedure voor aansluiten van externe generator voor opladen dient gemaakt te worden. Herstelmogelijkheden en afhandeling van complete blackout dienen uitgewerkt en getest te worden, inclusief herstarten van (besturings- en data-opslag) computers. Hierbij dienen ook voorzieningen om te improviseren, bijvoorbeeld: zaklampen, handgereedschappen, portable generator en mobiele werktuigen als slijpschijf en (dompel-) pomp uitgewerkt te worden.</i>
	5.1.1.3.2 Voorziene acties om uitzonderlijke wisselstroom voeding van verplaatsbare of toegewijde bronnen van buiten de inrichting te regelen
<b>A</b>	<i>Het is nodig om aansluitmogelijkheden van eigen of externe mobiele generator op de gelijkrichter, of (bij uitval van de wisselrichter) direct op de no-break rail te realiseren. Hiervoor moeten voorzieningen om dit veilig te doen en te beveiligen tegen over/onderspanning, over/onderfrequentie en fase-uitval</i>



	<i>uitgewerkt worden.</i>
	5.1.1.3.3 Competentie van het wacht personeel om de nodige elektrische verbindingen te maken en de tijd die nodig is voor deze acties. Tijd nodig voor experts om de nodige verbindingen te maken.
	<i>Inschattingen in rapport opnemen en procedure uitwerken om de oplossingen te beschrijven.</i>
	5.1.1.3.4 Beschikbare tijd om voor wisselstroom voeding te zorgen en om de koeling van de kern en het splijststofopslagbassin te herstellen voordat splijststofschaadte optreedt: overweging van verscheidene voorbeelden van vertraging in tijd vanaf de reactor afschakeling en het verlies van normale kernkoelingomstandigheden (bijv. start van waterverlies vanuit het primaire circuit)
	<i>RID heeft gemotiveerd dat de passieve koeling door de watervoorraad voldoende is.</i>
	5.1.1.4. Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen het verlies van elektrische voeding.
	<i>Deze conclusie wordt wel getrokken voor de passieve veiligheid van de reactor, maar niet voor de overige functies die bij een noodsituatie benodigd kunnen zijn.</i>
	5.1.1.5. Maatregelen die voor ogen zijn om de robuustheid van de nucleaire installaties in geval van verlies van elektrische voeding te vergroten
	<i>Samenvatting van te nemen maatregelen voor elektrische energievoorziening: autonomietijd dieselgenerator en no-break vergroten en voorzieningen voor alternatieve voeding prepareren voor noodsituaties. Tevens is het nodig om een integraal plan voor langdurige elektrische storingen uit te werken waarin ook combinaties met andere calamiteiten uitgewerkt worden.</i>
	<b>5.1.2 Verlies van capaciteit vervalwarmteoverdracht / ultieme 'heat sink'</b> De verbinding met de primaire 'heat sink' voor alle veiligheids- en niet-veiligheidsfuncties is verloren. De inrichting is geïsoleerd van levering van zwaar materiaal voor 72 uur via weg, spoor of water. Na de eerste 24 uur kan draagbare lichte apparatuur vanaf andere locaties binnen de inrichting arriveren.
	<i>Bij verlies van de primaire 'heat sink' is er geen totaal onafhankelijk alternatief beschikbaar. Het volume van de 'pool' (de eerste stap in de keten van het warmteafvoer) is echter zodanig dat de warmtecapaciteit voldoende is om de vervalwarmte langdurig te kunnen afvoeren (via verdamping van 'pool'-water).</i>
	5.1.2.3. Ontwerpvoorzieningen om het verlies van de primaire 'heat sink' te voorkomen, zoals alternatieve zeewaterinlaat of systemen die de blokkering van de hoofdwaterinlaat beschermen. Robuustheid van de voorzieningen in relatie met seismiciteit en overstromingen.
	<i>Er zijn geen speciale voorzieningen om het verlies van de primaire 'heat sink' te voorkomen, maar bij wegvallen van de primaire 'heat sink' is de warmteopslagcapaciteit van de 'pool'</i>

	<i>voldoende om kernontbloting en -schade te voorkomen. De robuustheid van de 'pool' tegen aardbevingen wordt geadresseerd in hoofdstuk 2, de robuustheid tegen overstromingen is niet geadresseerd.</i>
	5.1.2.4. Verlies van de primaire 'heat sink' (bijv. verlies van toegang tot koelwater vanuit de rivier, zee of meer, of verlies van de hoofdkoeltoren)
	5.1.2.4.1 Beschikbaarheid van een alternatieve 'heat sink', afhankelijkheid van de functies van andere reactoren binnen dezelfde inrichting.
	<i>Bij verlies van de primaire 'heat sink' fungeert de 'pool' als alternatieve 'heat sink'. Het volume hiervan is zodanig dat de kern nog zeer langdurig kan worden gekoeld. Niet is beschouwd de situatie waarin er bij verlies van de primaire ultieme heat sink tevens geen SCRAM van de kern optreedt. Het is onduidelijk gedurende hoe lang de pool in staat is een dergelijke ongescramide kern gekoeld te houden. Het verdient de aanbeveling om dit alsnog inzichtelijk te maken. De 'pool' is onderdeel van het reactorontwerp en functioneert niet in afhankelijkheid van andere reactoren.</i>
	5.1.2.4.2 Mogelijke tijdsgewrichten voor de beschikbaarheid van een alternatieve 'heat sink' en mogelijkheden om de beschikbare tijd te vergroten.
	<i>Het volume van de 'pool' is voldoende groot om de vervalwarmte over een periode van enkele jaren af te kunnen voeren. Met eenvoudig aanvullen van het water kan de beschikbare tijd eventueel nog verlengd worden</i>
	5.1.2.5. Verlies van de primaire 'heat sink' en de alternatieve 'heat sink'
	5.1.2.5.1 Voorziene externe acties om degradatie van de splijtstof te voorkomen.
	<i>In geval van verlies van 'pool'-water zijn er voorzieningen om via het bluswatercircuit water naar de 'pool' te brengen. een procedure hiervoor is niet voor handen.</i>
	5.1.2.5.2 Beschikbare tijd om één van de verloren 'heat sinks' te herstellen of om externe acties op te starten en de koeling van de kern en het splijtstofopslagbassin te herstellen voordat splijtstofschaade optreedt: overweging van de verscheidene voorbeelden van vertraging in tijd tussen reactorafschakeling en verlies van de normale koelcondities van de kern en het splijtstofopslagbassin (bijv. start van waterverlies vanuit het primaire circuit)
	5.1.2.6. Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen het verlies van de ultieme 'heat sink'
	<i>Bij verlies van koeling door breuk van de koelwaterleiding aan de onderzijde van de 'pool' raakt de kern in principe binnen 30 minuten volledig ontbloot. Het is onduidelijk of het aanvullen van het 'pool'-water via het bluswatersysteem of de voorraadtank voldoende snel kan worden gerealiseerd, en of de capaciteit van die systemen voldoende is om de kern bedekt te houden. Ook is nog onduidelijk of eventueel (al dan niet</i>

	<i>geforceerde) luchtkoeling afdoende kan zijn om kernschade en - smelt te voorkomen.</i>
	5.1.2.7. Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties in geval van verlies van de ultieme heat sink' te vergroten.
	<p><i>In geval van verlies van de primaire 'heat sink' wordt de kernkoeling in voldoende mate gegarandeerd door het water in de 'pool'.</i></p> <p><i>In geval van falen van de 'pool' is thans nog onduidelijk in hoeverre kernkoeling gegarandeerd is (zie onder 5.1.2.6). De robuustheid van de 'pool' en de daaraan verbonden leidingen en kleppen tegen aardbevingen wordt geadresseerd in hoofdstuk 2: als deze voldoende fail-proof zijn of met maatregelen gemaakt kunnen worden, kan het verlies van de alternatieve 'heat sink' als initiating event worden uitgesloten. Indien blijkt dat dit niet het geval is zal onderzocht moeten worden in hoeverre er ook voldoende kernkoeling is indien de kern gedeeltelijk bedekt is met water of dat zelfs luchtkoeling afdoende kan zijn. Mochten ook deze scenario's blijken niet afdoende te zijn voor het voorkomen van kernschade dan worden als mogelijke maatregelen naar voren gebracht:</i></p> <p><i>1 Het aanbrengen van een 'core-spray'-systeem waarmee water direct op de kern gespreeid kan worden;</i></p> <p><i>2 Technische maatregelen implementeren waarmee leidingbreuken aan de onderzijde van de 'pool' geïsoleerd kunnen worden;</i></p> <p><i>3 Afhankelijk van waar het lek optreedt, de kern of de gebruikte splijtstof overbrengen naar het deel van de 'pool' dat nog intact is en vervolgens de afscheidende 'pool'-deur sluiten. Er is hiervoor in principe een procedure beschikbaar.</i></p>
	5.1.3. Verlies van de primaire 'heat sink' gecombineerd met totale stroomuitval (SBO) (zie de stresstest specificaties)
	<i>Totale stroomuitval is niet van invloed op het vermogen van de 'pool' om als alternatieve 'heat sink' te kunnen functioneren: het scenario is identiek aan dat van verlies van de primaire 'heat sink' zonder stroomuitval. Samenvatten van maatregelen: autonomietijd dieslegenerator en no-break vergroten en voorzieningen voor alternatieve voeding prepareren voor noodsituaties.</i>
	5.1.3.1. Tijd dat de inrichting autonoom kan werken voordat de normale koelingcondities van de kern en het splijtstofopslagbassin (start van waterverlies vanuit het primaire circuit) verloren worden.
	<i>Zie onder 5.1.3.</i>
	5.1.3.2. Voorziene externe acties om degradatie van de splijtstof te voorkomen
	5.1.3.3. Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties in geval van verlies van de primaire 'heat sink',

	gecombineerd met totale stroomuitval (SBO) te vergroten.
	5.2. Opslagbassins voor bestraalde splijtstof Waar relevant wordt vergelijkbare informatie verstrekt voor de opslagbassins van bestraalde splijtstof, zoals uitgelegd in sectie 5.1 voor de nucleaire installaties.
	5.2.1. Verlies van elektrische voeding
	5.2.1.1 Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties in geval van verlies van de elektrische voeding te vergroten.
	5.2.2. Verlies van de ultieme 'heat sink'
	5.2.2.1. Beschikbaarheid van een alternatieve 'heat sink'
	5.2.2.2. Mogelijke tijdsgewrichten voor de beschikbaarheid van een alternatieve 'heat sink' en mogelijkheden om de beschikbare tijd te vergroten.
	<i>De maatregelen met betrekking tot het splijtstofopslagbassin wijken in principe niet af van die voor de kern. Daarbij dient nog het volgende opgemerkt te worden:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 <i>Vanwege de configuratie en de vrijkomende vervalwarmte is het in dit geval wellicht niet noodzakelijk om een sproeisysteem voor gebruikte splijtstof te implementeren. Procedureel dient er wel nog een stap gezet te worden: er is weliswaar een procedure voor het overbrengen van de kern naar de zijde van het bassin waar de gebruikte splijtstof is opgeslagen en het vervolgens sluiten van de bassindeur, maar een procedure voor het omgekeerde geval (gebruikte splijtstof overbrengen naar de zijde van het bassin waar de kern gepositioneerd is en vervolgens sluiten van de deur) is niet beschikbaar;</i></li> <li>2 <i>Zelfs in het geval dat luchtkoeling voor de kern niet voldoende blijkt te zijn, kan dat mogelijk voor de gebruikte splijtstof wel het geval zijn. Dit dient nog geïnventariseerd te worden.</i></li> </ol>
	5.2.2.3. Voorziene externe acties om degradatie van de splijtstof te voorkomen.
	5.2.2.4. Beschikbare tijd om één van de verloren 'heat sinks' te herstellen of om externe acties op te starten en de koeling van de splijtstof te herstellen voordat splijtstofschaade optreedt: overweging van de verscheidene voorbeelden van vertraging in tijd tussen reactorafschakeling en verlies van de normale koelcondities van de splijtstof (bijv. start van waterverlies vanuit het primaire circuit)
	5.2.2.5. Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen het verlies van de ultieme 'heat sink'
	5.2.2.1 Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties in geval van verlies van de ultieme 'heat sink' te vergroten.
	5.2.3. Verlies van de primaire 'heat sink', gecombineerd met totale stroomuitval (SBO) (i.e. verlies van externe voeding en normale back-up voedingsbron binnen de inrichting)
	5.2.3.1. Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de

	nucleaire installaties in geval van verlies van de primaire 'heat sink', gecombineerd met totale stroomuitval (SBO) te vergroten.
	<b>5.3. Aanvullende gevolgen</b>
	<i>Het worst-case scenario is dat er bij verlies van de 'heat sink' onvoldoende mogelijkheden zijn om de kern te blijven koelen en er uiteindelijk kernschade met als gevolg verspreiding van radioactiviteit naar het containment plaatsvindt. De snelheid waarmee een dergelijk scenario zich zou kunnen voltrekken is afhankelijk van de snelheid waarmee koelwater wordt verloren bij falen van het bassin. In principe kan er in een dergelijk scenario al binnen een half uur volledige kernontbloting optreden.</i>

	<b>6. Beheersing van ernstige ongevallen</b>
	<b>6.1. Organisatie en regelingen van de vergunninghouder om ongevallen te beheersen</b>
	Sectie 6.1 moet de organisatie en de regelingen voor het beheersen van alle type ongevallen omvatten, startend van ontwerpbasis ongevallen waarbij de nucleaire installaties naar een veilige afschakeling zonder significante splijtstofschaade gebracht kunnen worden tot aan ernstige ongevallen waarbij kernsmelt of schade aan de splijtstof in het splijtstofbassin optreedt.
<b>A</b>	<i>RID heeft een bedrijfsnoodplan dd. maart 2008 versie 6. =&gt; Er is geen termijn opgelegd voor vernieuwing. Aanbeveling RID volledig updaten bedrijfsnoodplan niet alleen maatregelen S6 en P4. Een 4 jaarlijkse revisie van het bedrijfsnoodplan is gewenst. Het rampenbestrijdingsplan voor het RID versie 2.0 dd. juni 2005, dat door de veiligheidsregio wordt opgesteld, dient geüpdatet te worden. De termijn voor revisie door de veiligheidsregio is elke 4 jaar. Overleg tussen de veiligheidsregio en het RID over het bedrijfsnoodplan (RID) en het rampbestrijdingplan (Veiligheidsregio) dient op regelmatige basis plaats te vinden.</i>
	6.1.1. Organisatie van de vergunninghouder om ernstige ongevallen te beheersen
	<i>De organisatie is beschreven in het bedrijfsnoodplan. Er is geen ambitie om dit te verbeteren.</i>
	6.1.1.1 Management van personeel en 'wacht' onder normale omstandigheden
	<i>Van maandag tot en met vrijdag worden op de regelzaal met 3 shifts gewerkt met minimaal 2 personen. In het weekend is de reactor 'koud onderkritisch'. Via een consignatieregeling kan personeel opgeroepen worden in het geval van een calamiteit. Uitbreiding van oproep mogelijkheden met een reactor deskundige is te overwegen.</i>
	6.1.1.2 Plannen om de interne organisatie op het gebied van de beheersing

	van ernstige ongevallen te versterken
<b>A</b>	<i>Aanbeveling RID: Afstemming veiligheidsregio en RID op het bedrijfsnoodplan (RID) en het rampbestrijdingplan van de veiligheidsregio.</i>
	6.1.1.3 Maatregelen die genomen worden om een optimale interventie door het personeel mogelijk te maken.
	<i>Er is geen optimalisatie van het bedrijfsnoodplan. Ook worden er geen oefeningen in het kader van NPK gehouden.</i>
	6.1.1.4 Gebruik van technische steun van buiten de inrichting voor de beheersing van ongevallen
	<i>Er zijn afspraken met de brandweer en een liaison van het RID is aanwezig voor de coördinatie van externe partijen bij de veiligheidsregio.</i>
	6.1.1.5 Procedures, training en oefeningen
<b>A</b>	<i>Het alarmsysteem en verschillende oefeningen worden periodiek of regelmatig getest. Checks van procedures en trainingen worden minimaal onderhouden. Er wordt niet geoefend op landelijke schaal dit is een verantwoordelijkheid van het RID en dient ieder nader te bepalen periode gedaan te worden. Aanbeveling RID: Organiseer een landelijke oefening in het kader van NPK en stem af met hoe vaak een dergelijke grotere oefening gehouden dient te worden.</i>
	6.1.2. Mogelijkheid om bestaande apparatuur te gebruiken
	6.1.2.1 Voorzieningen om mobiele apparaten te gebruiken (beschikbaarheid van zulke apparaten, tijd om ze binnen de inrichting te brengen en in gebruik te nemen)
	<i>Niet geregeld. Er wordt gewezen op een generieke lijst van de brandweer (internet) die mogelijk beschikbaar is maar dit is niet automatisch voor de HOR beschikbaar. Onduidelijk is wat de brandweer in Delft zou kunnen inzetten. Dit actiepunt wordt opgepakt door RID volgens het CSA rapport volgens maatregel P3 Ch. 6.5.1.</i>
	6.1.2.2 Voorzieningen voor en beheer van voorraden (brandstof voor dieselgeneratoren, water etc.)
<b>A</b>	<i>Maximum diesel voorraad is 1m<sup>3</sup> voorraad tank en 0.65 m<sup>3</sup> dag tank. Minimum voorraad is 2 x 0.5 m<sup>3</sup>. Dit geeft 12 uur voorraad. Vullen dient handmatig te gebeuren. UPS batterij capaciteit is 1 uur. Geen extra voorziening van water of voedsel. Een procedure voor organisatie van langdurig bedrijf van de dieselgenerator met afspraken over levering van brandstof is benodigd. Ook enige voedselvoorraad is benodigd. Aanbeveling RID procedures/afspraken om aan extra diesel te komen maatregel P2 Ch 6.1.5, + uitzoeken hoeveel batterij capaciteit nodig is en naargelang de batterij capaciteit uitbreiden. Laatste Punt wordt in maatregel S9 Ch 5.1.1.5 meegenomen.</i>
	6.1.2.3 Beheersing van vrijkomen van radioactiviteit, voorzieningen om dat

	te beperken
	<i>Het ventilatiesysteem heeft een HEPA filter. Voor het afblazen van overdruk bij afsluiting van het containment zie 6.3.3.1</i>
	6.1.2.4 Communicatie en informatie systemen (intern en extern)
<b>A</b>	<i>Interne en externe communicatiemiddelen worden regelmatig getest. In een apart gebouw kan de status van de reactor en de stralingsmonitoren (online) worden gevolgd. Het is niet duidelijk in hoeverre de informatie en bedieningsmogelijkheden beschikbaar zijn bij nooddieselbedrijf of accubedrijf en welke voorzieningen voor informatie en communicatie ook bij een black-out en/of uitval van telefonienet beschikbaar blijven. Aanbeveling RID: Overzicht van informatie en bedieningsmogelijkheden bij nooddieselbedrijf en accubedrijf.</i>
	6.1.3. Evaluatie van de factoren die de beheersing van ernstige ongevallen kunnen belemmeren en bijbehorende onvoorziene omstandigheden.
	6.1.3.1 Grootschalige vernietiging van infrastructuur of overstrooming rond de installatie die de toegang tot de inrichting belemmert.
	<i>Het reactor gebouw is bestand tegen 2,4 meter water. Hazard curve is niet beschikbaar. Onduidelijk is of de 8<sup>e</sup> verdieping van de faculteit voor Ruimtevaart Technologie dan nog operationeel is.</i>
	6.1.3.2 Verlies van communicatiefaciliteiten / -systemen
<b>A</b>	<i>Verlies van communicatiemiddelen is niet onderzocht. Het is gewenst dat er alternatieve communicatie (e.g. noodnet, satelliettelefoon) beschikbaar is bij geval van uitval van telefoonnet. Aanbeveling RID onderzoeken mogelijkheden van noodnet telefoon en inzet van alternatief communicatiemiddel.</i>
	6.1.3.3 Verslechtering van de werkomstandigheden door hoog lokaal dosistempo, radioactieve besmetting en vernietiging van bepaalde installaties binnen de inrichting.
<b>A</b>	<i>Hoofdzakelijk zijn in de overlappende scenario's een onsite evacuatie afdoende. Bij het scenario van vliegtuigimpact is een straal van enkele honderden meters voldoende, afhankelijk van de limiet die gekozen is en nu ter discussie staat. Aanbeveling RID Bij leeglopen van het bassin hoog stralingsniveau in het reactor gebouw. Dit punt hoort hier geadresseerd te zijn. Vooral handeling van splijtstof tijdens een dergelijk ongeval.</i>
	6.1.3.4 Invloed op de toegankelijkheid en bewoonbaarheid van de regel- en reserve regelzaal, maatregelen die genomen moeten worden om deze situatie te voorkomen of te beheersen.
<b>A</b>	<i>Indien er radiologische stoffen vrijkomen in het containment wordt de hoofdregelzaal ook ontruimd. De alternatieve alarm staf / monitoring ruimte in een ander gebouw is voldoende om de reactorstatus in de gaten te houden. Er dient ook aangegeven te worden welke bedieningsmogelijkheden van hieruit mogelijk zijn en wat hiervan overblijft bij</i>

	<i>nooddieselbedrijf of accu voeding zie Aanbeveling 6.1.2.4.</i>
	6.1.3.5 Invloed op de verschillende panden die door de crisisteams worden gebruikt of die nodig zijn voor de beheersing van ongevallen
<b>A</b>	<i>Vertrouwd wordt op de bestaande bouwnormen tegen harde storm en regen. Er zijn geen seismische berekeningen uitgevoerd omdat er geen (zware) aardbeving te verwachten valt in deze regio. Aanbeveling RID: De stress test is juist bedoeld om dit soort zaken te analyseren en te beschrijven wanneer de installatie kapot gaat. Voor aardbeving hoofdstuk 2 is de minimum IAEA eis 0.1g. Voor regen wind sneeuw, bliksem hoofdstuk 4 dient het RID een indeling te maken van gebouwen volgens gangbare normen. Cliff-edge analyses zijn gewenst om in kaart te brengen waar en bij welke grenzen effecten te verwachten zijn. Dit geldt ook voor overstromingen hoofdstuk 3. Tot slot, op de 8<sup>e</sup> verdieping van de faculteit lucht en ruimtevaart bevindt zich de alternatieve alarmstaf. Deze dient ook meegenomen te worden in de analyse.</i>
	6.1.3.6 Mogelijkheid en effectiviteit van de ongevalbeheersmaatregelen in geval van externe gevaren (aardbevingen, overstroming)
<b>A</b>	<i>In het Bedrijfsnoodplan moet ook de reactie op externe gevaren (aardbevingen, overstroming, vliegtuigimpact) uitgewerkt zijn met daarin bijvoorbeeld de afspraken met brandweer, Veiligheidsregio, Risiconet.nl Aanbeveling RID: Aanvullende Severe Accident Management Guidelines zoals voor het opvullen van het reactorbassin zijn noodzakelijk.</i>
	6.1.3.7 Onbeschikbaarheid van de elektrische voeding
<b>A</b>	<i>Alleen de Alarm staf ruimte wordt gevoed door de nooddiesel waar monitoring apparatuur opgesteld is. De alternatieve alarm staf ruimte is niet aangesloten op nooddiesels. Aanbeveling RID: Aansluiten van het CRS-systeem van de stralingsbeschermingdienst (SBD) op noodstroom.</i>
	6.1.3.8 Mogelijk falen van instrumentatie
<b>A</b>	<i>Het is niet bekend of instrumentatie faalt door aardbeving of extreme omstandigheden. Aanbeveling RID: Meerwaarde ongevalbestendige (kritische) instrumentatie onderzoeken. (bijvoorbeeld voor niveau van pool, temp in de reactor, druk en stralingsniveau in containment).</i>
	6.1.3.9 Mogelijke effecten van naastgelegen installaties binnen de inrichting, inclusief overwegingen over beperkte beschikbaarheid van getraind personeel om met ongevallen die zich over meerdere eenheden uitstrekken om te gaan.
	<i>Niet relevant.</i>
	6.1.4. Conclusies over de geschiktheid van de organisatie voor ongevalbeheersing
	<i>Het RID bedrijfsnoodplan is gedateerd en verdient een update. Tevens zijn er geen maatregelen, procedures of materiaal</i>



	<i>voorzien voor zeer extreme omstandigheden. De juiste acties zijn dan belegd bij de verantwoordelijke persoon. (zie 6.1)</i>
	6.1.5. Maatregelen die voorzien worden om de mogelijkheden voor ongevalbeheersing te vergroten
<b>A</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Vernieuwen organogram in het RID emergency plan. (Maatregel S6 ch 6.1.5). (Aanbeveling RID uitzoeken of dit voldoende is zie 6.1.4);</i></li> <li>2. <i>Inventariseren wat aanwezig is bij de brandweer Haaglanden (Maatregel P3 Ch 6.1.5) en mogelijk aanpassen aanvalsplannen en bedrijfsnoodplannen, i.e. vullen reactor bassin, en connecties voor monitoringfuncties. Dit afstemmen met middelen in eigen huis voor eerstelijns reactie. Aanbeveling RID: Opnemen in maatregelenlijst;</i></li> <li>3. <i>Bedrijfsnoodprocedures en aanvalsplan nakijken op consistentie van containment drukontlasting + instructie om SBD (stralingsbeschermingdienst) te raadplegen voordat recirculatie over het filtersysteem plaatsvindt om druk te verlagen voordat druk ontlasting plaatsvindt (Maatregel P4 Ch 6.1.5);</i></li> <li>4. <i>Een procedure opzetten om in het geval van een SBO snel diesel bij te kunnen vullen. (oordeel KFD: het is beter om voorbereid te zijn dus uitvoeren) Maatregel P2 Ch 6.1.5.;</i></li> <li>5. <i>Onderzoek of het ambulance personeel voldoende is uitgerust om radiologische ongevallen af te kunnen handelen. Maatregel P5 Ch 6.1.5.</i></li> </ol>
	<b>6.2. Ongevalbeheersingmaatregelen die tijdens de verscheidene stadia van een scenario van verlies van kernkoeling kunnen worden gebruikt</b>
<b>A</b>	<i>Dit is in hoofdstuk 5 geadresseerd. Aanbeveling RID: Onderzoeken scenario ATWS - indien de regelstaven niet vallen - aangezien een alternatieve afschakeling niet voorhanden is.</i>
	6.2.1. Voordat splijtstofschade in het reactorvat / een aantal drukbuizen (inclusief de laatste redmiddelen om splijtstofschade te voorkomen) voorkomt
<b>A</b>	<i>In het geval van een bassin LOCA kan een van de bassins behouden worden indien de bassin deur tijdig wordt gesloten. Uitgezocht dient te worden of dit handmatig kan en/of welke hardware/middelen noodzakelijk zijn om dit succesvol te laten geschieden. Aanbeveling RID meenemen in maatregel P6. Indien het reactorbassin beschadigd raakt – leegloopt - dient de splijtstof overgebracht te worden naar het bassin. Uitgezocht wordt of dit handmatig kan en/of welke hardware/middelen er voor nodig zijn om dit succesvol te laten geschieden. (Maatregel P6 Ch 6.2.3) <i>Een procedure wordt ontwikkeld om een verbinding te maken</i></i>

	<p><i>met een brandstof slang naar de water opslagtank in het geval van een bassin LOCA. 4 brandweer aansluitingen zijn beschikbaar op het terrein. Aanbeveling RID Een analyse dient gemaakt te worden wat de capaciteit is en welke middelen er nodig zijn om water van deze punten naar het reactor bassin te brengen.</i></p> <p><i>Een procedure is nodig voor de acties benodigd als het indrijven van de reactor regelstaven faalt.</i></p>
	6.2.2. Nadat splijtstofschade in het reactorvat / een aantal drukbuizen voorkomt
	6.2.3. Maatregelen om de ongevalbeheersing te vergroten in geval van verlies van reactorkern koeling
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Procedure verbinding wateropslagtank naar het bassin. Inclusief training en testing. (Maatregel P1 Ch 6.2.3)</i></li> <li>2. <i>Het handmatig overbrengen van de splijtstof van het ene naar het andere bassin wordt nader uitgezocht. (Maatregel P6 Ch 6.2.3)</i></li> <li>3. <i>Instructie om gebruikte splijtstof uit bassin 2 (spent fuel) te verplaatsen. (Maatregel P7 Ch 6.2.3)</i></li> </ol>
	<b>6.3. Handhaven van de integriteit van het 'containment' na het voorkomen van een significante splijtstofschade (tot een kernsmelt) in de reactorkern</b>
	6.3.1. Eliminatie van splijtstofschade / kernsmelt onder hoge druk
	<i>NVT geen hoge druk open pool reactor</i>
	6.3.1.1 Ontwerpvoorzieningen
	<i>NVT</i>
	6.3.1.2 Operationele voorzieningen
	<i>NVT</i>
	6.3.2. Beheersing van de risico's van waterstof in het 'containment'
	<i>Splijtstof omhulling is van aluminium. Aluminium smelt al bij 660 graden in tegenstelling tot Zirkonium. Basisch water kan met aluminium waterstof genereren, stoom kan waterstof genereren met heet aluminium en door radiohydrolyse kan waterstof geproduceerd worden. Een schatting van maximaal productietempo is nodig om te laten zien dat dit bij minimum ventilatie geen problemen kan geven.</i>
	6.3.2.1 Ontwerpvoorzieningen, inclusief overwegingen van de geschiktheid met het oog op het productietempo en de hoeveelheid waterstof
<b>A</b>	<i>RID heeft geen verdere analyse gemaakt van overige mogelijkheden tot H2 productie. (Bijvoorbeeld indien er sprake is van kernsmelt en het corium een interactie met het beton aangaat kan wel H2 gas ontstaan. Mocht het ooit zo ver komen dan ontstaan toch H2 problemen). Analyse van alternatieve H2 productie moet worden meegenomen in de analyse van zware ongevallen. Aanbeveling RID Analyse van alternatieve H2</i>

	<i>productie meenemen in de analyse van zware ongevallen bijvoorbeeld in maatregel S8 Ch 7.5.2.</i>
	6.3.2.2 Operationele voorzieningen
	<i>Geen vermeld.</i>
	6.3.3. Voorkomen van overdruk in het 'containment'
	<i>RID spreekt over 4 barrières. Splijststofmatrix, Splijststofomhulling, primaire circuit en het containment. Toezichthouders erkennen de splijststofmatrix niet als een barrière. Omdat de HOR een open pool reactor is is het wateroppervlak niet een harde barrière. Het betekent dat in dit geval de HOR twee barrières heeft. 1) splijststofomhulling en 2) het containment. De beschrijving dient op dit punt eenduidig en in overeenstemming met de gangbare definities te zijn.</i>
	6.3.3.1 Ontwerpvoorzieningen, inclusief manieren om het vrijkomen van radioactiviteit te beperken, als voor het voorkomen van overdruk het nodig is stoom/gas uit het 'containment' vrij te laten
<b>A</b>	<p><i>Het ontwerp is dat er drie mogelijkheden zijn om druk te verlagen in het containment tijdens een ongeval:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Via het waterslot indien de druk &gt; 10 kPa</i></li> <li><i>2. Via de gasmeter bypass (gefilterd)</i></li> <li><i>3. Via een met een contragewicht belaste (of handbedienbare) klep, die via de controle kamer de onderdruk begrenst op -200Pa.</i></li> </ol> <p><i>Opmerking: Het ventilatiesysteem voor luchtverfrissing en het creëren van onderdruk heeft een HEPA filter (99,95% effectief voor 0,3 micrometer deeltjes). Tijdens een ongeval zullen de afsluitkleppen van het systeem sluiten. Deze zijn redundant uitgevoerd.</i></p> <p><i>Aanbeveling RID Een studie naar mogelijkheden om de radioactieve lozing te beperken bij overdruk in het containment en de implementatie van de gekozen oplossing.</i></p> <p><i>Aanbeveling RID Gezien het veiligheidsaspect van de klep tussen reactor hal en controle kamer dient deze opnieuw getoetst worden volgens gangbare eisen en normen.</i></p>
	6.3.3.2 Operationele en organisatorische voorzieningen
<b>A</b>	<p><i>De procedure om het waterslot (automatisch) te vullen zou opnieuw onderzocht moeten worden maatregel P8 Ch 6.3.9.</i></p> <p><i>Aanbeveling RID: Hierbij dient aandacht gegeven te worden of bevriezing van het waterslot voorkomen wordt.</i></p>
	6.3.4. Voorkomen van her-kriticaliteit
	6.3.4.1 Ontwerpvoorzieningen
	<i>Indien het reactor vermogen meer af gaat wijken dan de toegestane afwijking worden automatisch reactor staven (AIS) ingedreven door het reactor beveiliging systeem volgens het</i>

	<i>CSA rapport. Volgens de huidige documentatie van de HOR wordt het reactor vermogen berekend door de HOR proces computer die vervolgens het signaal stuurt naar het CAMAC systeem waarna 1 regelstaaf automatisch wordt ingedreven. Indien het vermogen meer af gaat wijken volgt AIS. De procescomputer als mede het CAMAC systeem zijn van lagere veiligheidsklasse en worden door het RID niet erkend als veiligheidssystemen. Er is niet aangegeven hoe de classificering van reactorbeveiliging, AIS/CAMAC en HOR opgebouwd is en waarop de scheidslijn gebaseerd is. Ondanks netwerkverbindingen en gemeenschappelijk gebruik van signalen van instrumentatie dient functionele scheiding van de drie systemen gegarandeerd te zijn. Een eenduidige en volledige toetsing hiervan is gewenst.</i>
	6.3.4.2 Operationele voorzieningen
	<i>Elke maandag morgen wordt gekeken naar de kernconfiguratie.</i>
	6.3.5. Voorkomen van doorsmelten van de 'basemat' (fundering van het 'containment')
	<i>Er wordt verwacht dat dit uitgesloten is. Er is geen berekening/analyse ervan gedaan.</i>
	6.3.5.1 Mogelijke ontwerpregelingen voor het behoud van het corium in het drukvat
	<i>Uitgesloten dus geen maatregelen getroffen in het design.</i>
	6.3.5.2 Mogelijke regelingen om het corium in het 'containment' te koelen na een breuk in het drukvat
	<i>Uitgesloten door RID. Een studie naar mogelijkheden en implementatie van de mogelijkheid om de splijtstof te koelen indien het reactorbassin en/of het splijtstofopslagbassin lek raakt wordt meegenomen in Maatregel S1 Ch. 5.1.2.7 en Maatregel S2 Ch. 5.1.2.7.</i>
	6.3.5.3 'Cliff-edge' effecten gerelateerd aan de vertraging in tijd tussen reactorafschakeling en kernsmelt
	<i>Uitgesloten door RID.</i>
	6.3.6. Noodzaak tot en levering van elektrische wissel- en gelijkstroom voeding en gecompriëerde lucht aan uitrusting die gebruikt worden om de integriteit van het 'containment' te beschermen.
<b>A</b>	<i>Om de containment integriteit te waarborgen zou men handmatig de kleppen kunnen openen aan de afblaaskant zodat via het filter de druk verlaagd kan worden. RID geeft niet aan dat hiervoor een procedure of iets geregeld is. Aanbeveling RID opstellen van een bedrijfsnoodprocedure waar deze handeling goed geregeld is, is gewenst (ook bij nooddiesel, accu bedrijf of black-out).</i>
	6.3.6.1 Ontwerpvoorzieningen
<b>A</b>	<i>Er is een diesलगenerator van 280 kW. Het vermogen van de diesel generator is niet gegeven; wel de gebruikers in Appendix</i>

	<i>C, maar zonder hun opgenomen vermogen. Door ontwerp en herhaalde testen dient zeker gesteld te worden dat de belasting en de staffeling van de inschakeling geen overbelasting van de dieselgenerator kan veroorzaken. Aanbeveling RID Uitzoeken of het vermogen van de Dieselaggregaat voldoende is om ventilatiekleppen en CRS systeem van de SBD op het noodnet aan te sluiten.</i>
	6.3.6.2 Operationele voorzieningen
	<i>Er worden geen procedures genoemd.</i>
	6.3.7. Meet- en regelapparatuur die nodig is om de integriteit van het 'containment'; te beschermen
<b>A</b>	<i>In het rapport wordt niet geschreven over druk en temperatuurmetingen. Aanbeveling RID naar temperatuur en druk metingen in de bol om containment integriteit te waarborgen. Deze zijn ook bij noodstroombedrijf op dieselgenerator en accu benodigd.</i>
	6.3.8. Conclusies over de geschiktheid van ongevalsbeheersingsystemen voor de bescherming van de integriteit van het 'containment'
	<i>Door het lage vermogen en de afwezigheid van stoom is er niet snel een druk opbouw te verwachten. Het is moeilijk om de staat van het containment te beoordelen door de afscherming van het staal met een isolatielaag. Gezien de leeftijd van de reactor is een toetsing op integrale of lokale corrosie wenselijk. (NB: In de samenvatting wordt voorgesteld om het containment ventilatiesysteem op de diesel generator aan te sluiten indien dit praktisch mogelijk is. (Maatregel M3 ch. 6.3.9)</i>
	6.3.9. Maatregelen die voorzien worden om de mogelijkheden om na zware splijstofschaade de integriteit van het 'containment' te verbeteren
	<i>RID geeft twee maatregelen: 1. De procedure van het waterslot bijvullen moet nagekeken worden op toepasbaarheid indien deze onvoorzien kapot gaat; (Maatregel P8 Ch. 6.3.9) 2. Indien praktisch uitvoerbaar dient het ventilatiesysteem aangesloten te worden op de nooddiesel generator. (Maatregel M3 Ch. 6.3.9)</i>
	<b>6.4. Maatregelen voor ongevalbeheersing om het vrijkomen van radioactiviteit te beperken</b>
	6.4.1. Het vrijkomen van radioactiviteit na verlies van de integriteit van het 'containment'
<b>A</b>	<i>Voor vliegtuig impact en brand zijn geen ontwerp eisen gesteld bij de bouw van de HOR. Analyse dient gemaakt te worden van deze hazards. Door het ontwerp van de reactor kunnen de effecten beperkt zijn bij deze incidenten, maar dit dient</i>

	<i>aangetoond te worden met realistische scenario's. Daaruit volgende procedures en maatregelen dienen uitgewerkt te worden. Aanbeveling RID. Analyse dient gemaakt te worden van deze hazards en meegenomen worden in Maatregel S8 Ch 7.5.2.</i>
	6.4.1.1 Ontwerpvoorzieningen
	<i>Zijn er niet.</i>
	6.4.1.2 Operationele voorzieningen
<b>A</b>	<i>Emergency Preparedness &amp; Response. NPK dient geactiveerd te worden indien radiologische activiteit vrij komt. Tevens dient de HOR een alarmplan te hebben (vergunningseis). Het hoofdstuk is niet geadresseerd in de CSA van het RID. Aanbeveling RID: Plan opstellen in het geval van het vrijkomen van radioactiviteit na verlies van de integriteit van het 'containment'.</i>
	6.4.2. ongevalbeheersing nadat de bovenkant van de splijtstof in het splijtstofopslagbassin droog komt te staan
	6.4.2.1 Beheersing van waterstof
<b>A</b>	<i>Zijn door RID niet voorzien vanwege de Aluminium cladding (zie 6.3.2.). Aanbeveling RID in de ongevalanalyses dienen indien van toepassing zijnde alternatieve H2 producties zoals corium beton interacties te worden meegenomen.</i>
	6.4.2.2 Het voorzien van geschikte afscherming tegen straling
<b>A</b>	<i>Het bassin zorgt voor de afscherming. Indien er geen afscherming zou zijn is aan de rand van het bassin het dosistempo 100 Sv/h. Het dosis tempo op de containment vloer is ongeveer 10.000 keer lager door de afschermende werking van het beton die ertussen ligt. Echter het is een open pool reactor. Dit betekent dat alles wat stralingsgevoelig is – inclusief personeel - en in directe 'zicht' van de kern is, zal blootgesteld worden aan zeer grote dosistempi. Aanbeveling RID: nagaan of belangrijke elektronica of mensen die een procedure uitvoeren niet in dit stralingsveld terecht komen.</i>
	6.4.2.3 Beperking van het vrijkomen van stoffen na ernstige schade van de bestraalde splijtstof in de splijtstofopslagbassins
<b>A</b>	<i>Het RID behandelt dit onderwerp op dezelfde wijze als het vrijkomen van radioactieve stoffen bij schade aan de reactorkern. Echter schade aan de reactorkern en beperkende maatregelen is niet behandeld (6.4.2). Aanbeveling RID dient een studie te maken over beperkende maatregelen voor zowel schade aan de reactor splijtstof en de splijtstof in de spent fuel pool.</i>
	6.4.2.4 Benodigde instrumentatie om de staat van de bestraalde splijtstof te monitoren en om ongevallen te beheersen
	<i>De reactor heeft een zelfde monitoring systeem als de spent fuel pool volgens deze paragraaf in het CSA rapport.</i>

	6.4.2.5 Beschikbaarheid en bewoonbaarheid van de regelzaal
	<i>In het geval van hoge dosis tempo in de controle kamer wordt er uitgeweken naar de alternatieve controle kamer waar de hoogst nodige monitoring systemen uit te lezen zijn.</i>
	6.4.3. Conclusie over de geschiktheid van maatregelen om het vrijkomen van radioactiviteit te beperken.
<b>A</b>	<i>Voorgesteld wordt door RID om een evaluatie te maken of de huidige plannen voldoende afdekkend zijn in het geval van extreme ongevallen waarbij de kern bloot komt te liggen. Aanbeveling RID: Bovenstaande opnamen in de maatregelen lijst van het CSA rapport.</i>

	<b>7. Andere extreme gevaren</b>
	<b>7.1. Introductie</b>
	<i>In het rapport zijn alle benoemde gevaren door RID behandeld. Niet elke gebeurtenis is echter geheel tot in detail uitgewerkt.</i>
	<b>7.1. Interne explosie</b>
	7.1.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
<b>A</b>	<i>Er is voor de reactorhal beschreven hoe er een interne explosie kan ontstaan, niet voor de andere gebouwen. In de reactorhal zijn slechts inerte gassen in gasflessen aanwezig. Er is geen concrete specificatie gegeven van de hoeveelheden en soorten explosieve materialen in bijhorende gebouwen bij het RID.</i>
	7.1.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
<b>A</b>	<i>In het rapport wordt gesteld dat een mogelijke interne explosie de veiligheidsfuncties niet bedreigt. De onderbouwing van deze stelling komt niet voldoende naar voren. Er wordt alleen rekening gehouden met explosies in de reactorhal en niet met interne explosies in de andere gebouwen of bijvoorbeeld schade aan veiligheidssystemen door wegslingerende projectielen.</i>
	<b>7.2. Externe explosie</b>
	7.2.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
<b>A</b>	De impact van een explosie en een drukgolf is behandeld maar er is geen nader onderzoek gedaan naar een mogelijke explosie op direct naast gelegen wegen zoals de Mekelweg en de Watermanweg. De reikwijdte van een ongeval op verdergelegen risicoobjecten en transportroutes is voldoende in ogeschouw genomen.
	7.2.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
<b>A</b>	Het is onbekend of een explosie van een transport met brandbare lading op een dichtbij gelegen weg schade kan berokkenen aan RID objecten. Externe explosies bij

	verdergelegen objecten vormen een te verwaarlozen risico voor de veiligheidssystemen.
	<b>7.3 Interne brand</b>
	7.3.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
<b>A</b>	<i>Er is geen beschrijving van de gebeurtenis zelf gegeven. Het is onbekend van welke brandbestendigheid men uit kan gaan. Er wordt door RID aanvullend onderzoek aanbevolen naar brandveiligheid (S7). KFD onderschrijft het belang hiervan. Er wordt alleen rekening gehouden met brand in de reactorhal en niet met gevolgen van brand in de andere gebouwen zoals de experimenteerhal en het dieselgeneratorgebouw.</i>
	7.3.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
<b>A</b>	<i>In het rapport wordt niet het event zelf beschreven en het is daarnaast onbekend welke gevolgen een interne brand mogelijk heeft voor de veiligheidssystemen en of er mogelijk radioactiviteit kan vrijkomen. Aanvullend onderzoek is nodig.</i>
	<b>7.4 Externe brand</b>
	7.4.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	<i>De beschrijving is summier en voor een gedeelte op aannames en onbekendheden berust.</i>
	7.4.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
	<i>Er wordt voor transport verwezen naar sectie 7.2. In deze sectie wordt aangenomen dat de effecten beperkt zijn maar er is geen onderzoek gedaan. De focus ligt op het effect van een drukgolf en niet op brand. De effecten op de veiligheidssystemen is zodoende onbekend.</i>
	<b>7.5 Neerstortende vliegtuigen</b>
	7.5.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	7.5.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
<b>A</b>	<i>Er wordt gebruik gemaakt van een onderzoek naar een gebeurtenis bij een vergelijkbare reactor. RID beveelt volgens de KFD terecht aan om een nieuwe analyse uit te voeren voor een vliegtuigongeval inclusief het mogelijk vrijkomen van radioactiviteit (S8). Verder dienen de benodigde noodprocedures aangepast te worden.</i>
	<b>7.6 Giftige gassen</b>
	7.6.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
<b>A</b>	<i>Giftige gassen die kunnen ontstaan uit brand zijn niet benoemd.</i>
	7.6.2 Mogelijke gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
	<b>7.7. Grote verstoring van het extern elektriciteitsnet</b>
	7.7.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis



	<i>Er wordt gesteld dat de gebeurtenis in het ergste geval schade aan de veiligheidssystemen kan berokkenen. Er wordt echter geen verdere uitleg gegeven.</i>
	7.7.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
	<b>7.8 Het falen van systemen door het introduceren van 'computer malware' (virussen e.d.)</b>
	7.8.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	<i>De computer in de HOR control room kan benaderd worden door computer malware. Er is echter ook analoge instrumentaria direct met de reactor verbonden die door personeel af te lezen is. Er ontbreekt een uitleg van het CAMAC systeem</i>
	7.8.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
	<b>7.9 Interne overstroming</b>
	7.9.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	<i>De verschillende aspecten zijn voldoende beschreven.</i>
	7.9.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
<b>A</b>	<i>Het is onduidelijk of er radioactiviteit kan vrijkomen door een interne overstroming.</i>
	<b>7.10 Blokkering van de koelwaterinlaat</b>
	7.10.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	<i>Er is geen beschrijving van de gebeurtenis gegeven.</i>
	7.10.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties

## Bijlage B:

### Afkortingen

ATWS	anticipated transient without emergency shutdown (SCRAM)
BIS	Bassin isolatie
CSA-rapport	Complementary Safety margin Study
DBE	Design Basis Earthquake
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
EZ	Economische Zaken
HEPA	High Efficiency Particulate Air
HOR	Hoger Onderwijs Reactor
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICP	informatieve, controle en vermogen
ILT	Inspectie Leefomgeving en Transport
KFD	Kernfysische Dienst
LOCA	Loss of coolant accident
LOOP	Loss of offsite Power
LUHS	Loss of Ultimate Heat Sink
NPK	Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding
OECD/NEA	Kernenergie Agentschap van de OESO
PGA	peak ground acceleration
PSA	Probabilistic Safety Analysis
RID	Reactor Institute Delft
RIS	Reactorhal isolatie
SBD	Stralingsbeschermingsdienst
SBO	station black out
SCRAM	emergency shut down
SSC's	systemen, constructies en componenten
UHS	ultimate heat sink
UPS	Un-interrupted Power supply System



**Colofon**

Dit is een publicatie van  
het Ministerie van Economische Zaken

Bezuidenhoutseweg 73  
Postbus 20401  
2500 EK 's-Gravenhage

's-Gravenhage | november 2013