



Nationaal Rapport OLP



Over de stresstest van de nucleaire installaties van NRG op de Onderzoekslocatie Petten naar aanleiding van het kernongeval in Fukushima

Datum
Augustus 2012

Inhoud

Inhoud	3
1 Inleiding	6
2 Doel en reikwijdte van het Nationaal Rapport	8
2.1 Doel en reikwijdte	8
2.2 Aard van de stresstest en relatie met andere veiligheidsevaluaties	9
2.3 Continue verbetering	9
3 Organisatie en planning van de beoordeling door het bevoegd gezag	11
3.1 Bevoegd Gezag	11
3.2 Nationaal beoordelingsproces	11
3.4 Communicatie	12
4 Resultaten stresstest en beoordeling bevoegd gezag	13
4.1 Algemene gegevens van de inrichting en de nucleaire installaties	13
4.1.1 Onderzoekslocatie Petten	13
4.1.2 Hoge Flux Reactor (HFR)	14
4.1.3 Lage Flux Reactor (LFR)	14
4.1.4 Hot Cell Laboratoria (HCL)	14
4.1.5 Decontamination & Waste Treatment Facility (DWT)	15
4.1.6 Waste Storage Facility (WSF)	15
4.1.7 STEK Hal (STEK)	15
4.1.8 Jaap Goedkoop Laboratorium (JGL)	15
4.1.9 Conclusie bevoegd gezag	15
4.2 Aardbeving	16
4.2.1 Resultaten onderzoek NRG	16
4.2.2 Conclusie bevoegd gezag	16
4.3 Overstroming	17
4.3.1 Resultaten onderzoek NRG	18
4.3.2 Conclusie bevoegd gezag	19
4.4 Extreme weersomstandigheden	20
4.4.1 Resultaten onderzoek NRG	20
4.4.2 Conclusie bevoegd gezag	21
4.5 Verlies van elektrische voeding en mogelijkheden voor warmteafvoer	22
4.5.1 Resultaten onderzoek NRG	22
4.5.2 Conclusie bevoegd gezag	24
4.6 Beheersing van ernstige ongevallen	25
4.6.1 Resultaten onderzoek NRG	26
4.6.2 Conclusie bevoegd gezag	26
4.7 Andere extreme gevaren	28
4.7.1 Resultaten onderzoek NRG	28
4.7.2 Conclusie bevoegd gezag	29
5 Conclusie	31
5.1 Het stresstestrapport	31
5.2 De robuustheid van de nucleaire installaties in geval van extreme omstandigheden	32

5.3	De voorstellen voor verbetering van de robuustheid van de installaties	32
5.4	Tot slot	33
Appendix		34
A.1	Lijst van geïdentificeerde verbetermaatregelen	35
A.2	Evaluatie Kernfysische Dienst	40

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 opgesteld¹. 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, Landbouw en Innovatie (EL&I) 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.

De Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) heeft als vergunninghouder van nucleaire installaties op de Onderzoekslocatie Petten (OLP), waaronder de Hoge Flux reactor (HFR), een stresstest uitgevoerd voor deze installaties. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het onderzoeksrapport 'Complementary Safety margin Assessment "Onderzoekslocatie Petten"'

¹ 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.

(February 29, 2012, final report). Dit rapport is 29 februari 2012 ingediend bij de Minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden 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 wordt beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden eerst de resultaten van de vergunninghouder NRG per onderwerp beschreven, waarna de beoordeling van het bevoegd gezag volgt. Vervolgens geeft hoofdstuk 5 de conclusie van het bevoegd gezag over de stresstest van de nucleaire installaties van de vergunninghouder NRG op de Onderzoekslocatie Petten.

2 Doel en reikwijdte van het Nationaal Rapport

2.1 Doel en reikwijdte

NRG is de exploitant en vergunninghouder van meerdere nucleaire installaties op de Onderzoekslocatie Petten. De stresstest of 'robuustheidonderzoek' die NRG heeft uitgevoerd, betreft de nucleaire installaties:

- Hoge Flux Reactor (HFR),
- Lage Flux Reactor (LFR),
- Hot Cell Laboratoria (HCL),
- Decontamination & Waste Treatment Faciliteit (DWT),
- Waste Storage Faciliteit (WSF),
- STEK hal (STEK),
- Jaap Goedkoop Laboratorium (JGL).

Aangezien het hier geen kerncentrales betreft, werd de stresstest 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 NRG dat kan worden gevonden op:

<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2012/03/06/stressrapport-onderzoekslocatie-petten.html>.

In aanvulling op de Europese specificaties, heeft de Minister van EL&I 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 vat de bevindingen van de vergunninghouder samen en bevat de beoordeling ervan door het bevoegde gezag. Samenvattend geeft het Nationale Rapport:

1. een evaluatie van adequaatheid en juistheid van de beschrijvingen en analyses door de vergunninghouder;
2. de veiligheidsmarges van de nucleaire installaties;
3. de maatregelen (zowel fysiek als procedureel) en de onderzoeken die worden overwogen of voorgesteld door de vergunninghouder of door de overheid en die de aanwezige veiligheidsmarges verder kunnen vergroten;
4. overige conclusies naar aanleiding van de uitgevoerde analyses.

Dit Nationaal Rapport OLP is alleen van toepassing op de nucleaire installaties van de vergunninghouder NRG op de Onderzoekslocatie Petten: andere nucleaire installaties in Nederland vallen buiten de reikwijdte van dit Nationaal Rapport.

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 welke 'rek' er in de bescherming door aanwezige veiligheidsvoorzieningen zit, ongeacht welke rek 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. Dit zijn de 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 een uitgebreide periodieke evaluatie uitgevoerd met betrekking tot nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, de zogenoemde 10EVA's.

Voor de nucleaire installaties van de vergunninghouder NRG zijn deze veiligheidsevaluaties circa tien jaar gelden voor het eerst gestart. Daarvoor werden deze evaluaties niet uitgevoerd. Iedere 10EVA heeft een traject van meerdere jaren. De afgeronde 10EVA's hebben bijgedragen aan diverse veiligheidsverbeteringen van de Hoge Flux Reactor en aan aanvullende studies van de Hot Cell Laboratoria.

In de Tijdelijke regeling implementatie richtlijn nr. 2009/71/Euratom inzake nucleaire veiligheid (Stcrt. 2011, nr. 12517) is verder de mogelijkheid opgenomen dat de vergunninghouder ook op last van de Minister van EL&I 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.

Verder wordt de HFR onderworpen aan zogenaamde 'internationale missies'. Dit zijn bezoeken van externe deskundigen van het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA²) van de Verenigde Naties, zoals bijv. de Integrated Safety Assessment of Research Reactors (INSARR) in 2005 en 2011. Tijdens zulke missies wordt de veiligheid geëvalueerd en worden verbeterpunten geïdentificeerd.

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

² IAEA: International Atom Energy Agency

3 Organisatie en planning van de beoordeling door het bevoegd gezag

3.1 Bevoegd Gezag

In Nederland is de Minister van Economische zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) het bevoegde gezag voor de uitvoering van de Kernenergiewet. Het ministerie van EL&I³ 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 nucleaire installaties op de Onderzoekslocatie Petten, hebben een vergunning nodig van de Minister van EL&I. 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 EL&I 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 Nationaal beoordelingsproces

Bij brief van 1 juni 2011 heeft de Minister van EL&I aan NRG, vergunninghouder van meerdere nucleaire installaties op de Onderzoekslocatie Petten, gevraagd om de stresstest uit te voeren. Daarbij is opgedragen om de uitgangspunten van de stresstest voor kerncentrales te hanteren en waar mogelijk de specificatie 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.

De voortgang van de samenstelling van het stresstestrapport van de vergunninghouder werd gevolgd met periodiek overleg tussen vertegenwoordigers van het ministerie van EL&I en de vergunninghouder.

Op 29 februari 2012 heeft vergunninghouder NRG haar stresstestrapport aan het ministerie van EL&I aangeboden. Na de publicatie van het stressrapport door NRG heeft de beoordeling ervan door het bevoegde gezag plaatsgevonden. De KFD heeft vanuit haar eigen expertise op het gebied van nucleaire veiligheid een technisch inhoudelijke beoordeling uitgevoerd. Daarnaast heeft het ministerie van EL&I onafhankelijke deskundigen van de Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), Rijkswaterstaat en het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) geraadpleegd om uitgangspunten en bevindingen op andere (niet specifiek nucleaire) terreinen te beoordelen. Het ministerie van EL&I heeft vervolgens de eindbeoordeling in het huidige rapport verwoord.

Bij de beoordeling heeft het bevoegd gezag gebruik gemaakt van de kennis die is opgedaan bij de beoordeling van het stresstestrapport van EPZ en bij het EU peer review proces 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 en de OECD/NEA⁴ zijn bezocht.

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.

³ met name de Programmadirectie Nucleaire Installaties en Veiligheid (NIV)

⁴ OECD/NEA: Kernenergie Agentschap van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development, NEA: Nuclear Energy Agency).

Transparantie en communicatie zijn dus belangrijk in het hele stresstestproces. Om dit te realiseren zijn en worden verschillende initiatieven genomen. Zo heeft vergunninghouder NRG haar stresstestrapport op de eigen website <http://robuustheidsonderzoek.nrg.eu> gezet. Tevens heeft NRG een Nederlandse samenvatting van haar rapport uitgebracht. Het ministerie van EL&I heeft alle rapporten en tevens dit Nationaal Rapport op www.rijksoverheid.nl gepubliceerd. Daarnaast zullen de resultaten van de stresstest en de beoordeling gepresenteerd worden tijdens een publieke vergadering van de gemeente Zijpe.

4 Resultaten stresstest en beoordeling bevoegd gezag

In dit hoofdstuk wordt per afzonderlijk onderwerp van de stresstest van NRG eerst een korte inleiding over het onderwerp gegeven. Daarna volgt kort een beschrijving van de resultaten van de vergunninghouder, waarin nog geen oordeel van het bevoegd gezag wordt gegeven. De paragraaf wordt afgesloten met 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, Landbouw en Innovatie aan NRG op 1 juni 2011 heeft verstuurd⁵, en het rapport 'Complementary Safety margin Assessment "Onderzoekslocatie Petten"⁶ gelezen worden. Hierbij moet rekening worden gehouden dat het stresstrapport de status van de nucleaire installaties op 31 augustus 2011 weergeeft.

4.1 Algemene gegevens van de inrichting en de nucleaire installaties

4.1.1 Onderzoekslocatie Petten

De Onderzoekslocatie Petten ligt tussen de duinen ten noorden van Petten, Noord Holland. De locatie wordt gebruikt door de Joint Research Center Institute for Energy (JRC-IE) van de Europese Commissie, het Energieonderzoekscentrum Nederland (ECN), de Nuclear Research and consultancy Group (NRG) en het bedrijf Covidien (voormalig Mallinckrodt Medical). De locatie omvat ongeveer 80 hectare.

De duinen vormen een grens tussen de Noordzee en de Zijper polder ten oosten van de Onderzoekslocatie Petten. De Onderzoekslocatie Petten ligt in de duinen ongeveer 250 meter van de Noordzee vandaan. Het duinengebied is ongeveer 1 kilometer breed op de locatie. De hoogte van de Onderzoekslocatie Petten varieert van 2 meter tot 15 meter boven Normaal Amsterdams Peil (NAP). De hoogte van de duinen zelf ligt tussen de 8 en 16 meter boven NAP.

De vergunninghouder NRG beheert meerdere nucleaire installaties van de Onderzoekslocatie Petten. Deze worden in de komende paragrafen kort beschreven.

4.1.2 Hoge Flux Reactor (HFR)

De HFR is een zogenaamde 'tank-in-pool-type' onderzoeksreactor waarvan het reactorvat in een bassin (151 m³) geplaatst is. Het nominaal thermisch vermogen is 45 MW, volgens de vergunning mag de reactor op maximaal 50 MW draaien. De bouw van de reactor werd in 1956 aangevangen, en na 5 jaar, in 1961, werd de reactor voor het eerst kritisch.

Het primair systeem (reactorvat en primaire koelwaterleidingen) bevat in normaal bedrijf ca. 100 m³ water. De verbinding tussen het reactorvat en reactorbassin kan door de operators geopend worden. De reactor wordt gebruikt als neutronenbron voor civiel, technologisch en wetenschappelijk onderzoek en voor de productie van radio-isotopen voor medische toepassingen.

⁵ <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2012/03/06/stressrapport-onderzoekslocatie-petten.html>

⁶ <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kernenergie/documenten-en-publicaties/brieven/2011/06/01/brief-aan-nrg-over-stresstesten-petten.html>

De reactor gebruikt splijtstofplaten met laag verrijkt uranium voorzien van zogenaamd 'slijtend gif' als brandstof, water als moderator en beryllium als neutronenreflector. Naast het reactorbassin zijn er nog twee andere bassins (106 en 84 m³) die dienen voor opslag en hanteren van afgewerkte splijtstofelementen en radioactief materiaal. Het water in de bassins dient als afscherming en voor koeling van radioactieve objecten in de bassins. De warmte die door de reactorkern wordt geproduceerd wordt via het gesloten primaire koelwatersysteem en warmtewisselaars naar het secundaire koelwatersysteem afgevoerd. Voor het secundaire koelwatersysteem wordt water uit het Noord-Hollands Kanaal gebruikt en geloosd in de Noordzee. De warmte geproduceerd in de bassins wordt ook via het secundaire koelwatersysteem afgevoerd.

4.1.3 Lage Flux Reactor (LFR)

De LFR is een watergekoelde onderzoeksreactor van het Argonaut type met een thermisch vermogen van 30 kW. De reactor is sinds eind 2010 uit bedrijf. De splijtstofelementen met hoog verrijkt uranium zijn medio 2011 verwijderd en zijn in afwachting van transport naar de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) opgeslagen in een ondergrondse splijtstofopslag in de Lage Flux Reactor⁷ hal.

4.1.4 Hot Cell Laboratoria (HCL)

De HCL bestaat uit twee faciliteiten, namelijk het HCL Research Laboratorium (HCL-RL) en de molybdeenproductiefaciliteit (HCL-MPF). Het HCL-RL wordt gebruikt voor materiaalonderzoek, opwerken van isotopen voor zowel medische als industriële toepassingen. Daarnaast wordt er radioactief afval verwerkt. Het HCL-MPF wordt gebruikt voor productie van het radio-isotoop molybdeen voor medische toepassingen.

4.1.5 Decontamination & Waste Treatment Facility (DWT)

Het DWT complex bestaat uit een decontaminatiegebouw, waterbehandelingsgebouw, vastafval-behandelingsgebouw en een opslaggebied met een vloeistofdichte vloer voor besmette componenten. In het decontaminatiegebouw worden componenten afkomstig uit de nucleaire industrie en uit de olie & gas en procesindustrie gereinigd en vrijgegeven voor hergebruik. In het waterbehandelingsgebouw worden proceswaterstromen opgeslagen, gezuiverd en daarna gecontroleerd geloosd op de Noordzee. Het vastafvalbehandelingsgebouw wordt gebruikt voor het compacter maken en verpakken van vast afval voor transport naar COVRA.

4.1.6 Waste Storage Facility (WSF)

De WSF wordt gebruikt voor intermediaire opslag van radioactief afval. De WSF beschikt over ondergrondse 'trenches' (langwerpige kelderruimtes) en pijpen waarin middel en hoog radioactief materiaal wordt opgeslagen. De wanden van deze opslagruimte zijn waterdicht. De opslagmogelijkheden worden afgesloten met pluggen of dikke betonnen platen.

4.1.7 STEK Hal (STEK)

De STEK hal wordt gebruikt voor tijdelijke opslag van transport-gereed radioactief afval afkomstig van de HCL.

4.1.8 Jaap Goedkoop Laboratorium (JGL)

Het JGL is een zogenaamd B-radionuclidelaboratorium⁸ waarin met beperkte hoeveelheden radioactiviteit wordt gewerkt. Het werkgebied betreft materiaalonderzoek voor splijtings- en fusieonderzoek en onderzoek naar levensduurverkorting van radioactief afval. Daarnaast worden in het JGL radio-isotopen voor medische toepassingen geproduceerd. Het JGL is voorzien van twee opslagtanks voor mogelijk besmet water afkomstig vanuit de laboratoria.

⁷ Tegenwoordig zijn de splijtstofelementen in afwachting van transport naar de COVRA opgeslagen in het splijtstofopslagbassin van de Hoge Flux Reactor.

⁸ Een radionucliden-laboratorium is een laboratorium waarin met radioactieve stoffen mag worden gewerkt. Radionucliden-laboratoria worden ingedeeld in de klassen B, C en D (naar volgorde van afnemend risico).

4.1.9 Conclusie bevoegd gezag

NRG heeft in het algemeen een uitgebreid overzicht gegeven van de inrichting en de nucleaire installaties volgens de ENSREG-specificaties. De geleverde informatie en de later gevraagde aanvullingen zijn geschikt voor de beoordeling van de onderwerpen. Hierbij moet wel het volgende opgemerkt worden:

- De vergunninghouder heeft in haar stresstestonderzoek enkele systemen van de HFR geëvalueerd (Remote Monitoring Systeem (RMS), de zogenaamde Jacket Pipe en het alternatieve afschakelsysteem, met behulp van een cadmiumplaat) die nog niet aantoonbaar aanwezig en/of getest zijn. Voordat rekening gehouden kan worden met (de werking van) deze systemen moeten deze aantoonbaar aanwezig en getest zijn.

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. De Onderzoekslocatie Petten ondervindt voornamelijk geïnduceerde seismische activiteit die wordt veroorzaakt door gasexploratie in de Bergermeer, ca. 20 km ten zuiden van de locatie.

4.2.1 Resultaten onderzoek NRG

De huidige ontwerpbasis t.a.v. aardbevingen (Design Basis Earthquake DBE) is voor de HFR pas in 1998 vastgesteld. Voor 1990 was er namelijk geen bewijs voor het voorkomen van seismische activiteit in het gebied. De DBE is voor de HFR bepaald en is samengesteld uit de sterkst aannemelijke natuurlijke en geïnduceerde aardbeving. De natuurlijke aardbeving is conservatief gebaseerd op een aardbeving voor een karakteristieke kerncentrale in Noord-Duitsland met een grondversnelling van 0,2 g⁹. Volgens het KNMI is de geschatte maximum grondversnelling in de bodem van een gasgeïnduceerde aardbeving 0,4 g. Aangezien de OLP een kleine locatie betreft, kan de bepaalde maximale grondversnelling voor de HFR ook op de overige nucleaire installaties toegepast worden.

De vergunninghouder heeft met diverse technieken (zoals de eindige elementen analyse) de aardbevingsbestendigheid van verschillende gebouwen en structuren bepaald. In het rapport wordt vermeld dat voor alle gebouwen en structuren de veiligheidsmarge positief is. De kleinste marge is voor de vloerbalken van de molybdeenproductiefaciliteit (HCL-MPF). De integriteit is voor dit onderdeel gewaarborgd tot 0,44 g. Voor de HFR geldt dat de *hot cell* panelen de laagste integriteit hebben met een waarde van 0,44 g. De integriteit van de HFR containment¹⁰ is gewaarborgd voor een aardbeving met een grondversnelling tot 1,3 g.

4.2.2 Conclusie bevoegd gezag

De vergunninghouder NRG heeft met zijn seismische analyses aannemelijk gemaakt dat de HFR en de HCL-MPF voldoen aan de ontwerp-aardbeving en dat er bovenop veiligheidsmarges zijn. Het reactorgebouw, het primaire pompgebouw en de HCL-MPF zijn bestand tegen voorstelbare seismische belastingen tot tenminste 0,44 g. Onderdelen van de HFR kunnen een grotere grondversnelling doorstaan, zoals bijv. de buizen en leidingen van het primair koelsysteem met 1,9 g.

Voor de HFR zijn de meeste constructies, systemen en componenten (structures, systems and components, SSC's) geëvalueerd en gekwalificeerd. Voor de overige installaties is dat niet het geval. De vergunninghouder heeft een uitbreiding van de seismische analyses voor de gebouwen en SSC's voorgesteld (geïdentificeerde verbetermogelijkheden S1 – S4, zie appendix). Het bevoegd gezag acht het nodig om hiernaast ook de ondersteuning, verbindingsmiddelen en verankeringen mee te nemen (bijv. de uvelverbindingen, verankeringen, etc.) en, gezien de te beschouwen

⁹ ENSREG vraagt de ontwerpbasis t.a.v. aardbevingen uit te drukken in de zogenaamde 'Peak Ground Acceleration' (PGA, grondversnelling). Deze wordt uitgedrukt in g, waarbij g een constante versnelling is: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

¹⁰ De omhulling van de radioactieve delen van een kerncentrale om de radioactiviteit die bij een ongeluk vrijkomt onder controle te houden.

frequenties en grondversnellingen, tevens loszittende voorwerpen in de nucleaire installaties (bijv. monsters voor onderzoeksdoeleinden).

De robuustheid van de overige nucleaire installaties tegen een ontwerpaardbeving is bepaald op basis van technisch inzicht en zogenaamde 'seismic walkdowns'¹¹. Voor deze installaties zijn geen veiligheidsmarges bekend.

De vergunninghouder heeft voorgesteld om de onzekerheden in de seismische frequentie en zwaarte te verkleinen door verder onderzoek te doen naar de ontwerpaardbeving en door het instellen van een registratiesysteem (geïdentificeerde verbetermogelijkheden S1, S2 en M1, zie appendix). Het bevoegd gezag beveelt daarbij aan bij het onderzoek gebruik te maken van state-of-the-art technieken en codes, en om ook toekomstige ontwikkelingen rond gaswinning en/of CO₂-opslag in de nabijheid van de Onderzoekslocatie Petten mee te nemen.

Bij de OLP worden voornamelijk geïnduceerde aardbevingen waargenomen. Op dit moment is er nog weinig ervaring met geïnduceerde aardbevingen. Het hiervoor genoemde registratiesysteem zal dus bijdragen aan kennisvergarig. Het bevoegd gezag acht het daarom nodig dat de verzamelde gegevens regelmatig uitgelezen en geanalyseerd worden.

De vergunninghouder heeft de mogelijkheid op de zogenaamde bodemvervloeiing (waarbij de bodem zich gedraagt als een vloeistof) onderzocht. Uitkomst is dat bodemvervloeiing geen probleem vormt op de locatie. In de door NRG aangekondigde analyses van de DBE (geïdentificeerde verbetermogelijkheden S1 en S2) wordt meer aandacht besteedt aan bodemvervloeiing ('soil-structure interaction').

Het bevoegd gezag acht het noodzakelijk dat de voorzieningen op het gebied van brandbestrijding aardbevingsbestendig gemaakt worden. Daarnaast moet onderzocht worden of de ventilatiesystemen van de nucleaire installaties aardbevingsbestendig gemaakt kunnen worden.

4.3 Overstroming

De Onderzoekslocatie Petten ligt tussen de duinen 250 meter van de Noordzee vandaan. Een minimum van twee rijen duinen scheidt de gebouwen van de OLP van de Noordzee. Een derde rij van duinen scheidt de OLP van de Zijper Polder. De minimale hoogte van de gebouwen met relevante veiligheidsfuncties bedraagt 4.1 meter boven NAP.

In de stresstest heeft de vergunninghouder NRG hoogwater in combinatie met een stormvloed en tsunami als begingebourtenissen die een overstroming kunnen veroorzaken beschouwd. Het rapport vermeldt dat een tsunami in combinatie met de meest extreme stormvloed sinds 1932 (3,25 meter boven NAP in Petten, 1953) zal resulteren in een waterniveau van 4,65 meter boven NAP (tsunami heeft een hoogte van 1,4 meter (hypothetisch bepaald in een studie uitgevoerd in 1993)).

4.3.1 Resultaten onderzoek NRG

Voor de Onderzoekslocatie Petten is geen ontwerpoverstroming (Design Basis Flood DBF) gedefinieerd. In de stresstest wordt de waterstand stelselmatig verhoogd totdat een incident met lozing van radioactiviteit ontstaat om de gevolgen van hoogwater met stormvloed te evalueren. In de stresstest werd voor elk gebouw onderzocht bij welke waterstand belangrijke onderdelen uitvallen.

De bescherming van de nucleaire installaties tegen overstroming is gebaseerd op de beschermende werking van de duinen die zowel aan de zee- als landzijde de locatie omsluiten. De duinen in Nederland beschermen tegen extreme weersomstandigheden met een kans van voorkomen van

¹¹ Een 'seismic walkdown' is een evaluatie van de seismische capaciteit van constructies, systemen en componenten (structures, systems and components, SSC's), de verankering ervan en mogelijke interacties op basis van een rondgang door de nucleaire installatie door ervaren seismische ingenieurs.

eens in de 10.000 jaar. Aangezien de OLP van de zee gescheiden wordt door twee duinenrijen, is de vergunninghouder van mening dat deze kans veel lager ligt.

Bij een overstroming zal als eerste het lager gelegen achterland onder water lopen. Als gevolg kan de stroomvoorziening via het openbare net uitvallen, waardoor de OLP op de noodstroomvoorziening met dieselgeneratoren is aangewezen¹².

Als het waterniveau verder stijgt, zijn voor de HFR de volgende scenario's van toepassing:

- 4,10 meter boven NAP: De dieselgeneratoren stromen onder water, waardoor de noodstroomvoorziening uitvalt.
- 5,00 meter boven NAP: De kelder loopt onder water, waardoor de afvalwatertanks kunnen losbreken en drijven, waardoor mogelijk radioactief water geloosd wordt.
- 5,25 meter boven NAP: De noodstroomvoorziening op accu's voor de vervalwarmteafvoerpompen valt uit.
- 7,00 meter boven NAP: Verlies van containment, waardoor lozing van radioactiviteit mogelijk is.

Voor de overige nucleaire installaties op de OLP kan de containmentfunctie niet bewaard worden door het stijgende waterniveau. Bij een stijgend waterniveau op het terrein valt uiteindelijk de stroomvoorziening die nodig is voor het handhaven van onderdruk uit, en is er sprake van verlies van containment. Als gevolg kunnen eventueel lozingen van (vluchtige) radioactieve stoffen optreden.

Net als bij de HFR zal het stijgende water diverse opslagtanks en vaten met radioactief materiaal bereiken, die vervolgens kunnen vrijkomen (drijven), waardoor radioactief materiaal geloosd kan worden.

HCL:

- 3,90 meter boven NAP: Opslagtanks van de molybdeenproductiefaciliteit zullen gaan drijven.
- 4,10 meter boven NAP: Verlies van stroomvoorziening in de Research Laboratorium, waardoor de onderdruk uitvalt.
- 4,85 meter boven NAP: Verlies van stroomvoorziening in de molybdeenproductiefaciliteit, waardoor de onderdruk uitvalt.
- 4,90 meter boven NAP: Het water stroomt de *hot cells* binnen, waardoor de inhoud kan vrijkomen.

JGL:

- 3,90 meter boven NAP: De kelder loopt onder water, waardoor de apparatuur voor externe communicatie uitvalt, en divers tanks zullen gaan drijven en eventueel radioactief materiaal lozen.
- 4,85 meter boven NAP: Verlies van stroomvoorziening en dus containment (onderdruk).

DWT en WSF:

- 6,10 meter boven NAP: Verlies van stroomvoorziening en dus containment (onderdruk).
- 7,85 meter boven NAP: Het water bereikt diverse opslagtanks en vaten, waardoor radioactief materiaal geloosd kan worden.

Vanaf 5,50 meter boven NAP is het Noodcoördinatiecentrum onbereikbaar. Bij 5,85 meter boven NAP bereikt het stijgende water de Telecommunicatiecentrum, waardoor de telecommunicatie kan uitvallen.

4.3.2 Conclusie bevoegd gezag

Aangezien in de stresstest geen marges bepaald konden worden, vanwege het ontbreken van de ontwerpoverstroming, heeft de vergunninghouder NRG een vrij uitgebreide analyse gemaakt van potentiële 'cliff-edge' effecten in geval van een geleidelijk stijgend waterniveau.

¹² Deze situatie wordt in hoofdstuk 5 van het stresstestrapport behandeld, zie ook paragraaf 4.5 van dit rapport.

Het bevoegd gezag onderschrijft de door de vergunninghouder voorgestelde verbetermogelijkheden (zie appendix), maar acht het daarbij noodzakelijk dat de geplande studie 'sealing of penetrations' (geïdentificeerde verbetermogelijkheid S6) breder wordt opgezet met betrekking tot het evalueren van verbetermogelijkheden voor lekdichtheid. De voorzieningen (bijv. bestaande of nog te plaatsen dichtingen van doorvoeringen) dienen in het In-Service-Inspection-programma opgenomen te worden, tenzij ze geen veiligheidsgerelateerde functie hebben.

Alhoewel de kans op een overstroming vanuit zee volgens deskundigen zeer klein wordt geacht, acht het bevoegd gezag een ontwerpbasis t.a.v. overstromingen noodzakelijk, waarbij ook een overstromingsanalyse wordt uitgevoerd. Met deze analyse, die uitgevoerd dient te worden conform internationale richtlijnen, zal de overschrijdingskans van overstromingen beter in kaart worden gebracht. Het optreden van een tsunami moet onderdeel uitmaken van de ontwerpoverstroming en analyse. Daarnaast moet een analyse naar de gevolgen van een zogenaamde superstorm met een terugkeerperiode van 10.000 jaar of langer worden uitgevoerd.

4.4 Extreme weersomstandigheden

In de stresstest heeft de vergunninghouder verschillende extreme weersomstandigheden geverifieerd 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 NRG de volgende weersomstandigheden geëvalueerd:

- Maximale en minimale watertemperatuur van het Noord-Hollands Kanaal,
- IJsvorming in het Noord-Hollands Kanaal,
- Extreme hoge en lage buitentemperaturen,
- Extreem harde wind, windvlagen en wervelwinden,
- Windprojectielen en hagel,
- Depositie van zout,
- Zware regenval,
- Zware sneeuwval,
- Blikseminslag,
- Mogelijke combinaties van bovenstaande weersomstandigheden.

4.4.1 Resultaten onderzoek NRG

De robuustheid van de nucleaire installaties tegen extreme weersomstandigheden is gebaseerd op bestaande bouwnormen van de gebouwen. Niet voor alle gebouwen zijn de exacte gegevens bekend. Voor deze gebouwen zijn technisch inzicht en bekende gegevens van vergelijkbare gebouwen op de locatie gebruikt om de ontwerpbasis te bepalen.

De limiet aan de temperatuur van het Noord-Hollands Kanaal is gekoppeld aan de uit milieuoverwegingen maximaal toegestane uittreedtemperatuur van het secundair koelwater van de HFR in de Noordzee (40°C). Als gevolg is de maximale temperatuur van het Noord-Hollands Kanaal 25°C. Indien de temperatuur hierboven stijgt, wordt het reactorvermogen gereduceerd. De koeling van de reactor komt niet in gevaar. Lage watertemperaturen (onder 0°C) zorgen voor ijsvorming, dit kan een blokkering van de koelwaterinlaat veroorzaken.

De minimale luchttemperatuur wordt bepaald door het mogelijk optreden van brosse breuk in het stalen gedeelte van het HFR reactorgebouw, en bedraagt -20°C.

De gebouwen van NRG op de OLP, behalve het reactorgebouw van de HFR, zijn bestand tegen een windbelasting van 100 kg/m², wat overeenkomt met een windsnelheid van 40 m/s. Het reactorgebouw van de HFR is bestand tegen een hogere windsnelheid, namelijk 61 m/s. De vergunninghouder heeft op basis van beschikbare gegevens over extreme wind, windvlagen en tornado's een ontwerpwindnelheid bepaald van 57 m/s. Aangezien alleen het reactorgebouw bestand is tegen hogere windsnelheden, betekent dit dat alleen dit gebouw een positieve veiligheidsmarge heeft.

Windprojectielen zijn projectielen die voortbewogen worden door (extreme) wind. In het rapport wordt hagel ook onder windprojectielen geschaard. Alleen voor de HFR zijn de gevolgen van een losse wiek van een windturbine beschouwd. De overige installaties hebben geen ontwerpbasis.

Om depositie van zout tegen te gaan, wordt regelmatig onderhoud uitgevoerd, waardoor men het niet als een gevaar voor de installaties acht. Er is ook geen ontwerpbasis gedefinieerd.

De gebouwen op de OLP zijn ontworpen volgens voorschrift TGB1955, welke voorschrijft dat daken onder een hoek van 30° of minder een minimale belasting moeten kunnen dragen van 50 kg/m². In het rapport wordt de conservatieve maximale verwachte sneeuwbelasting van 80 kg/m² beschouwd.

NRG verwacht als maximale regenbelasting 133 kg/m². Dit is de verwachte regenval in 48 uur, waarbij de regenpijpen verstopt zijn zodat het water niet weg kan lopen.

Zoals uit het rapport blijkt, beschikken de meeste gebouwen over veiligheidsmarges tegen de meest extreme sneeuwval. Toch zijn enkele gebouwen (JGL, delen van de DWT en delen van de noodcoördinatiecentrum) niet bestand tegen de maximale verwachte sneeuwbelasting 80 kg/m², en beschikken daardoor over een negatieve veiligheidsmarge. Voor extreme regenval en extreme wind geldt dat geen van de gebouwen, op het reactorgebouw na, positieve veiligheidsmarges heeft als de maximale verwachte regenbelasting 133 kg/m² beschouwd wordt.

De gebouwen op het OLP zijn beschermd tegen blikseminslag door een geaard net van bliksemafleiders (klasse 2 en 3, NEN1014).

Mogelijke combinaties van bovenstaande weersomstandigheden leiden volgens de vergunninghouder niet tot additioneel verlies van veiligheidsfuncties.

4.4.2 Conclusie bevoegd gezag

De robuustheid van de installaties tegen extreme weersomstandigheden is met name gebaseerd op bestaande bouwnormen. Niet voor alle gebouwen zijn de exacte bouwrekeningen bekend, hiervoor zijn aannames gedaan. Zoals uit het rapport van de vergunninghouder blijkt, bestaan voor een aantal gebouwen geen positieve marges bij verschillende extreme weersomstandigheden. Verder zijn niet voor alle extreme weersomstandigheden marges bekend. Om eventuele gevolgen van extreme weersomstandigheden op de installaties te beoordelen, acht het bevoegd gezag een vervolgstudie noodzakelijk. De studie zal meer duidelijkheid moeten geven over de robuustheid van de installaties tegen extreme weersomstandigheden. De vergunninghouder heeft zo'n studie aangekondigd om de onzekerheden in de veiligheidsmarges te verkleinen (geïdentificeerde verbetermogelijkheid S7, zie appendix). De vergunninghouder zal in de studie ondermeer aandacht moeten geven aan de vraag tegen welke windlast de gebouwen bestand zijn, en met welke frequentie deze omstandigheden verwacht kunnen worden. Ook moet de studie meer inzicht geven in eventuele gevolgen van de sneeuw- en wateroverlast. Eventuele maatregelen zullen daaruit afgeleid worden.

Er zijn geen formele procedures voor het omgaan met extreme weersomstandigheden (bijv. voor het tegengaan van verstopte drainage of het vrijmaken van de luchtinlaat van het luchtbehandelinggebouw bij sneeuw en wind). De operators ondernemen actie indien dit nodig geacht wordt. Het bevoegd gezag acht het noodzakelijk dat de vergunninghouder formele procedures opstelt voor het omgaan met extreme weersomstandigheden. Daarbij moet de vergunninghouder nagaan of bouwkundige aanpassingen mogelijk zijn die eventuele accumulatie van water op de daken kan tegengaan.

4.5 Verlies van elektrische voeding en mogelijkheden voor warmteafvoer

4.5.1 Resultaten onderzoek NRG

Alleen de Hoge Flux Reactor bevat systemen die actief gekoeld moeten worden en heeft dus voor dit doel een noodstroomvoorziening nodig. Voor de overige nucleaire installaties is geen actieve koeling benodigd, maar voor deze installaties is wel elektriciteit nodig om de onderdruk te bewaren

in cellen waarin met radioactief materiaal wordt gewerkt. Dit wordt gerealiseerd door de ventilatiesystemen.

De vergunninghouder beschikt over meerdere mogelijkheden om systemen van de nucleaire installaties van stroom te voorzien:

- De normale stroomvoorziening wordt geleverd door twee aftakkingen vanaf het gewone elektriciteitsnet; één aftakking voedt de HFR, de andere voedt de overige installaties.
- De normale noodstroomvoorziening wordt geleverd door dieselgeneratoren.
- Het zogenaamde NV systeem (ononderbroken noodstroomvoorziening voor het afvoeren van vervalwarmte van de HFR) wordt gevoed door batterijen en kan wisselstroom leveren aan de pompen van het primaire circuit van de HFR.
- Het zogenaamde VZO systeem (voeding zonder onderbreking voor de instrumentatie- en regelsystemen van de reactor) wordt gevoed door andere batterijen en kan gelijkstroom leveren aan de instrumentatie- en regelsystemen van de HFR.

Als de stroomvoorziening voor de HFR uitvalt door het falen van de aftakking dan kan van de andere aftakking gebruik gemaakt worden. Hiervoor moet een aantal schakelaars handmatig omgezet worden, dit kan alleen gedaan worden door de netbeheerder LIANDER. Het overzetten kost 3 - 4 uur.

Er zijn drie dieselgeneratoren aanwezig die ieder voldoende vermogen hebben om in de noodstroombehoefte van de nucleaire installaties te voorzien. Ieder heeft een dieselvoorraad om alle installaties 33 uur van stroom te voorzien, of alleen de HFR voor 43 uur. Volgens de vergunninghouder is het mogelijk om alleen de HFR voor 89 uur van stroom te voorzien als twee van de drie dieselgeneratoren tijdig uitgezet worden.

Met de batterijen van het NV systeem kunnen de primaire pompen van de HFR twee uur draaien. De batterijen van het VZO systeem kunnen de instrumentatie- en regelsystemen van de HFR drie uur lang voeden.

Gevolgen HFR

In de stresstest wordt met drie verschillende scenario's voor het verlies van elektrische voeding rekening gehouden. Dit zijn

- Loss of off-site power (LOOP)
Dit is de uitval van de externe stroomvoorziening door het elektriciteitsnet.
- Station Blackout SBO1
Dit is het wegvallen van het externe net, gecombineerd met het onbeschikbaar zijn van de normale noodstroomvoorziening die wisselstroom levert aan de systemen op het terrein.
- Station Blackout SBO2
Hierbij zijn alle voorzieningen die wisselstroom kunnen leveren weggelaten. Alleen batterij-aangedreven gelijkstroomsystemen met een laag vermogen blijven over.

Met verlies van mogelijkheden voor warmteafvoer (Loss of ultimate heat sink LUHS) wordt bedoeld het verlies van koeling met water uit het Noord-Hollands Kanaal. Volgens het rapport gaat LOOP (en dus ook SBO) altijd gepaard met LUHS, aangezien de warmteafvoer van het water naar de Noordzee (secundaire koeling) direct gevoed wordt door het externe net.

Bij SBO1 zal het primaire koelsysteem van de HFR gevoed worden door het NV systeem. Bij SBO2 kan koeling alleen plaatsvinden door natuurlijke convectie van bassinwater. Het VZO systeem levert geen stroom aan de koelwaterpompen.

Bij verlies van warmteafvoermogelijkheden is het afvoeren van (verval)warmte niet meer mogelijk en zal het aanwezige water in het bassin van de HFR opwarmen door de kern en uiteindelijk weg koken. Bij verlies van warmteafvoermogelijkheden wordt de reactor direct uitgeschakeld. Hierna wordt alleen vervalwarmte geproduceerd. Zonder secundaire koeling (maar wel primaire koeling) duurt het 12 uur voordat het water in het reactorvat het kookpunt bereikt heeft. Door de verbinding tussen het reactorvat en reactorbassin te openen, kan water uit het reactorbassin door de kern circuleren, zodat warmte uit de kern wordt afgevoerd naar het bassin. Het bassin warmt op

en zal uiteindelijk koken. Zonder toevoeging van nieuw water biedt het water voldoende stralingsbescherming voor 18 dagen voor mensen in de koepel en controlekamer van de HFR. Na 25 dagen is het waterpeil zodanig gezakt dat de bovenkant van de splijtstof bereikt wordt en er schade aan de splijtstof kan optreden.

Door het toevoegen van water uit de tanks (105 m³) kan het water 13 dagen langer op peil gehouden worden.

Gevolgen overige installaties

In de overige installaties is geen actieve koeling nodig om radioactieve materialen te koelen, maar er is wel elektriciteit nodig om de onderdruk te bewaren in cellen waar met radioactief materiaal wordt gewerkt. Bij uitval van het externe net worden de ventilatiesystemen gevoed door de diesel-aangedreven noodstroomvoorziening. Zonder noodstroomvoorziening kunnen de ventilatiesystemen geen onderdruk handhaven in de ruimtes waar met radioactief materiaal gewerkt wordt.

4.5.2 Conclusie bevoegd gezag

De nucleaire installaties en de organisatie van de vergunninghouder NRG zijn ingericht overeenkomstig de ontwerpisen, en voldoen derhalve aan de vergunning. Hierbij wordt opgemerkt dat het bevoegd gezag (kleine) wijzigingen ten opzichte van het Veiligheidsrapport heeft geconstateerd. De vergunninghouder moet het Veiligheidsrapport hierop aanpassen.

De informatie van de vergunninghouder NRG met betrekking tot de robuustheid van de nucleaire installaties in de behandelde scenario's is plausibel. Toch is het bevoegd gezag van mening dat de informatie op enkele punten aangevuld/verbeterd kan worden.

Bij de analyse van verlies van warmteafvoermogelijkheden heeft NRG een gedegen analyse uitgevoerd waarmee goed inzichtelijk wordt gemaakt hoeveel tijd er beschikbaar is voor de verschillende stadia van noodkoeling (opwarmen primair systeem, opwarmen bassinwater en verdampen bassinwater). Daarbij zijn zowel normaal bedrijf als de situatie waarbij de kern zich volledig in het splijtstofopslagbassin bevindt, beschouwd. De bedrijfstoestand van laag water in het reactorbassin met geladen kern is echter niet beschouwd. Het bevoegd gezag is van mening dat deze situatie alsnog onderzocht moet worden, alsmede de mogelijke herstelacties die nog beschikbaar zijn. Hierbij dient rekening gehouden te worden met alle voorgeschreven combinaties van uitval van elektrische voeding en uitval van warmteafvoermogelijkheden.

De in hoofdstuk 5 van het stresstestrapport genoemde verbetermaatregelen (geïdentificeerde verbetermogelijkheden M5 - M8, S8 - S11 en P3 - P5, zie appendix) worden ondersteund door het bevoegd gezag. Nog niet alle genoemde verbetermaatregelen zijn in de lijst van de "Executive Summary" van het stresstestrapport opgenomen. Zoals bijv. de mogelijke maatregelen om het bassin van extra water te voorzien en op een alternatieve manier te koelen (zoals het zogenaamde feed & bleed) moeten nog in deze lijst worden opgenomen.

De vergunninghouder moet de lijst aanpassen. Daarnaast moet de vergunninghouder de volgende verbetermaatregelen in het kader van de ENSREG-specificaties invoeren:

- Het koppelen van de secundaire koelwaterpompen op de noodstroomvoorziening. Hoewel dit tot een reductie van de beschikbare tijd van de dieselgeneratoren zal leiden, zal vooral vlak na afschakelen ieder uur dat de vervalwarmte naar de Noordzee afgevoerd kan worden zich later in het scenario ruimschoots terugverdienen.
- NRG moet een analyse maken van de consequenties van het afschakelen en overschakelen van dieselgeneratoren om de beschikbaarheid van de noodstroomvoorziening te verlengen, zowel voor de veiligheid van de NRG installaties als voor de installaties van de andere vergunninghouders op de OLP. Vervolgens moet de voorziene werkwijze vastgelegd worden in een procedure.
- NRG moet een analyse maken van de situatie SBO2 waarin alleen nog de 110 VDC¹³ batterijen stroom leveren. In de studie moet NRG mogelijkheden onderzoeken die in zo'n geval de koeling van de splijtstof kunnen waarborgen.

¹³ VDC: gelijkspanning.

- De overeenkomsten met organisaties die technische steun verlenen bij ongevallen (bijv. netwerkbeheerder LIANDER) moeten uitgewerkt zijn in contracten, waarin onder andere duidelijke werkafspraken moeten worden vastgelegd.

4.6 Beheersing van ernstige ongevallen

De Interne Noodorganisatie (INO) vormt de gezamenlijke Accident Management organisatie op de Onderzoekslocatie Petten. INO omvat zowel conventionele als nucleaire veiligheid, EHBO, brandweer en beveiliging. De INO organisatie en INO procedures zijn afgestemd met de regionale¹⁴ en nationale¹⁵ noodorganisaties. Bij een ongeval bij de nucleaire installaties is NRG als vergunninghouder verantwoordelijk voor de ongevalbestrijding op de OLP en het informeren van de overheid daarover. De overheid is verantwoordelijk voor de ongevalbestrijding buiten de OLP en het informeren van de bevolking.

Alle onveilige situaties, ongevallen of noodgevallen worden direct bij de centrale meldpost (CMP) gemeld. Als situaties niet bij de installaties beheerst kunnen worden, alarmeert de CMP de commandant van de bedrijfsbrandweer. Deze beslist vervolgens of de Interne Noodorganisatie (INO) geactiveerd moet worden. Het INO team evalueert de situatie en coördineert het Accident Management op de OLP.

De vergunninghouder NRG stelt in haar rapport dat de kans op ernstige ongevallen zo klein is, dat de Accident Management organisatie zich vooral voorbereidt op beheersing van kleinere ongevallen met een veel reëlere kans van optreden. Accident Management richt zich daarbij dan gebruikelijk ook op het voorkomen dat een gevaarlijke situatie zich tot een ernstig ongeval ontwikkelt. De vergunninghouder erkent dat de lering van het ongeval bij Fukushima vooral is dat de Accident Management organisatie en de beschikbare voorzieningen en middelen ook voorbereid moeten zijn om situaties effectief te beheersen die zich toch tot een ernstig ongeval ontwikkelen, ondanks alle inzet om dat te voorkomen.

De evaluatie van de Beheersing van ernstige ongevallen door de vergunninghouder valt daarom uiteen in de volgende onderdelen:

- Accident Management organisatie;
- Beschikbare voorzieningen om een ernstig ongeval te voorkomen;
- Maatregelen om ernstige ongevallen te beheersen;
- Maatregelen om verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen.

4.6.1 Resultaten onderzoek NRG

Een ernstig ongeval bij de HFR kan voorkomen als de koelmogelijkheden wegvallen. Wegvallen van koelmogelijkheden kan in principe tot een grote emissie van radioactieve stoffen leiden. Bij de overige nucleaire installaties van NRG op de OLP moet sprake zijn van verwoesting en een grote brand om grote emissies te veroorzaken. Volgens het rapport geldt dat hiervoor altijd externe oorzaken nodig zijn, omdat in de installaties zelf weinig brandbaar materiaal aanwezig is.

Maatregelen HFR

Volgens het stresstestrapport sluit het ontwerp van het primaire systeem van de High Flux Reactor (HFR) een kernsmeltongeval bij hoge druk uit. In de HFR wordt de splijtstof omhuld door zuiver aluminium in plaats van zirkonium zoals bij een kerncentrale. Daardoor ontstaat er onder ongevalcondities veel minder waterstof zodat geen explosief mengsel kan ontstaan. Volgens het rapport blijft de druk in het containment van het reactorgebouw zelfs onder de meest extreme omstandigheden ruim onder de ontwerpdruk. Indien nodig, kan radioactieve lucht afgeblazen worden, waarbij het door diverse filters geleid wordt. Is de radioactiviteit te hoog, dan wordt de lucht in het reactorgebouw over de filters gerecirculeerd. Bij volledige uitval van alle stroom en perslucht sluiten de veergesloten isolatiekleppen in het ventilatiesysteem. Zo nodig kan onder zulke condities nog lucht via het luchtbehandelinggebouw gefilterd afgeblazen worden.

¹⁴ Veiligheidsregio Noord-Holland Noord, Rampenbestrijdingsplan Onderzoeks- en bedrijvenlocatie Petten, rapport 070911 (2007)

¹⁵ Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding – Responsplan, 2011

De vergunninghouder stelt dat indien alle maatregelen om de reactor af te schakelen falen, de reactor subkritiek gemaakt kan worden door in het reactorbassin een cadmiumplaat tegen de buitenkant van het reactorvat te plaatsen. Daarna moet binnen 45 uur voldoende reactiviteit uit de kern verwijderd of neutronenabsorbers toegevoegd worden om de reactor subkritiek te houden.

De meetdata nodig voor de beheersing van ernstige ongevallen worden op diverse plaatsen uitgelezen.

Maatregelen overige installaties

In de overige installaties vormen faalveilige ventilatiesystemen de opsluiting (confinement) van mogelijk in de gebouwen vrijkomende radioactieve stoffen. Deze systemen zijn uitgerust met diverse soorten filters en stralingsmonitoren. Bij detectie van radioactiviteit sluiten de veergesloten isolatiekleppen van het ventilatiesysteem. Dit gebeurt ook bij volledige stroomuitval.

4.6.2 Conclusie bevoegd gezag

De vergunninghouder heeft in haar rapport gesteld dat indien alle maatregelen om de reactor af te schakelen falen, gebruik kan worden gemaakt van het alternatieve afschakelsysteem (met behulp van een cadmiumplaat). Het bevoegd gezag is van mening dat dit systeem eerst getest moet worden, voordat hier rekening mee kan worden gehouden. Het alternatieve afschakelsysteem is nog niet voldoende getest en op dit moment is nog onduidelijk in hoeverre dit systeem onder alle ongevalcondities bruikbaar is.

De vergunninghouder NRG heeft op hoofdlijnen de overeengekomen specificaties goed opgevolgd. Het bevoegd gezag ondersteunt ook de door NRG voorgestelde maatregelen tot verbetering. Het bevoegd gezag is wel van mening dat enkele onderwerpen nog extra aandacht behoeven van NRG, en moeten dus ook worden opgenomen in de lijst met geïdentificeerde verbetermogelijkheden:

- De vergunninghouder NRG moet een studie doen naar de beheersing van langdurende ernstige ongevallen. Hierin moet ook de opslagcapaciteit voor radioactief besmet water herzien worden.
- De beschrijving van de organisatie tijdens ongevallen is zeer technisch, waardoor geen inzicht verkregen wordt over hoe de bevoegdheden van het personeel en staf verdeeld zijn. NRG dient een duidelijke opleidingsstrategie en -programma voor personeel en staf te maken voor het handelen bij ernstige ongevallen. Hierbij dient in het bijzonder aandacht worden gegeven aan de verdeling van de verantwoordelijkheden, bevoegdheden en aan de chain of command.
- Het huidige NRG bedrijfsnoodplan dient te worden aangevuld met scenario's van ongevallen die worden veroorzaakt door externe gebeurtenissen zoals overstroming, aardbeving, etc.
- NRG moet onderzoek doen naar de noodzakelijke mobiele apparatuur zowel van binnen als van buiten de inrichting en welke voorwaarden nodig zijn om betreffende apparatuur betrouwbaar in te zetten.
- De overeenkomsten met organisaties die technische steun verlenen bij de beheersing van ongevallen moeten uitgewerkt zijn in contracten, waarin onder andere duidelijke werkafspraken moeten worden vastgelegd.
- De functionaliteit van de instrumentatie die nodig is voor de beheersing van ernstige ongevallen bij de HFR moet opnieuw worden getoetst onder dergelijke situaties.
- NRG moet haar communicatiemogelijkheden en -middelen die ze zou moeten gebruiken in geval van ernstige ongevallen evalueren en verbeteren.
- Er moet geëvalueerd worden of de beschikbaarheid van meetapparatuur (evenals de bescherming van de meetapparatuur) voor het monitoren van radioactieve emissies bij de beheersing van ernstige ongevallen voldoende is.
- Het overzicht van mogelijke aanwezige middelen bij de verschillende installaties van de OLP voor de beheersing van een ernstig ongeval moet worden onderzocht en een strategie voor het gebruik van deze middelen moet worden voorbereid.
- Herzien dient te worden of de situaties met de verminderde toegankelijkheid van de site, met verminderd ERO¹⁶ personeel en met de verminderde beschikbaarheid van instrumentatie afdoende zijn.

¹⁶ ERO: Noodorganisatie (Emergency Response Organisation)

- De grootste lozing kan plaats vinden via het primair pompgebouw (maatscenario HFR-3) en via het ventilatiesysteem en de ventilatieschacht (maatscenario HFR-1). Daarom moet extra aandacht worden besteed aan de integriteit van het primaire pompgebouw en het ventilatiesysteem.

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. NRG heeft de volgende aanvullende gevaren geëvalueerd:

- Interne explosie,
- Externe explosie, waaronder een zinkend schip met explosie en een resulterende vloedgolf,
- 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 overstroming,
- Blokkade van de koelwaterinlaat.

4.7.1 Resultaten onderzoek NRG

Binnen de installaties van de OLP wordt met gasflessen met diverse explosieve gassen gewerkt, die bij de HFR van invloed kunnen zijn op de veiligheidsfuncties en mogelijk de bekabeling van het reactorbeveiligingssysteem kunnen beschadigen.

Externe explosies leveren volgens het stresstestrapport geen gevaar op voor de veiligheidsfuncties van de nucleaire installaties op de OLP. Er zijn twee bronnen geïdentificeerd die nader onderzoek behoeven.

Bij het ontwerp van de nucleaire installaties en later toegevoegde veiligheden is gebruik gemaakt van brandwerende materialen en interne ruimtes zijn gecompartmenteerd. Per faciliteit is aparte detectie- en blusapparatuur aangelegd. Op het terrein is een bedrijfsbrandweer aanwezig. Brand in combinatie met het falen van andere systemen kan leiden tot een gebrek aan koeling voor de reactor of verlies van containment voor de andere installaties. Externe branden (bijv. duinbrand) leveren volgens het rapport geen gevaar op voor de veiligheidsfuncties van de nucleaire installaties op de OLP.

In de oorspronkelijke ontwerpbasis van de nucleaire installaties is een vliegtuigongeluk niet meegenomen. Volgens het stresstestrapport is het reactorgebouw van de HFR niet bestand tegen een het neerstorten van een vliegtuig. Indien de reactor daarbij beschadigd raakt, zal vooral vanuit beschadigde splijtstof in het bassin een lozing van radioactiviteit in de atmosfeer optreden. In dit geval moeten dan beschermende maatregelen buiten de OLP genomen worden om de gevolgen van zo'n ongeval te bestrijden. Hiervoor zijn draaiboeken opgesteld op diverse niveaus (OLP, regionaal en nationaal). Ook bij het neerstorten van een vliegtuig op de HCL, WSF en LFR is de radioactieve inventaris zodanig dat beschermende maatregelen buiten de OLP nodig kunnen zijn. Voor de overige installaties blijven de gevolgen beperkt tot de OLP en directe omgeving.

Giftige gassen als gevolg van een ongeval met een schip of vrachtwagen leveren geen gevaar op voor de nucleaire installaties op de OLP, omdat het Noord-Hollands Kanaal, het strand en de openbare weg op een voldoende grote afstand van kwetsbare gebouwen zijn, dat de giftige gas wolk zich al voldoende verspreid heeft. Bij het vrijkomen van giftige gassen opgeslagen bij de HFR, levert dit alleen gevaar op voor het personeel in de regelzaal van de HFR. De veiligheidssystemen blijven functioneren.

In het landelijk elektriciteitsnet kunnen verstoringen optreden zoals kortsluiting, frequentieverstoringen, overspanning of spanningsdips. Deze komen typisch voor in de grote hoogspanningsnetten, waar de elektriciteitscentrales aan gekoppeld zijn. De grootte van de afstand

tot de dichtstbijzijnde 150kV connectie, samen met het tweevoudig omlaag transformeren naar respectievelijk 50 en 10 kV, geeft voldoende bescherming van de veiligheidsrelevante systemen van de nucleaire installaties op de OLP.

De veiligheidssystemen van de nucleaire faciliteiten van NRG worden hoofdzakelijk bediend met niet-ICT-gestuurde instrumentatie ('hard-wired'). In theorie kan het regelzaalpersoneel in verwarring gebracht kunnen worden door procesinformatie dat via computervirussen verstoord wordt. Het personeel is echter getraind om pas actie te nemen als de informatie van het procesinformatiesysteem wordt bevestigd door de analoge instrumentatie in de regelzaal.

In de HFR gebouwen zou interne overstroming veroorzaakt kunnen worden door lekkage in de (koel)watersystemen. Verder is het PWN waterleidingnet een potentiële bron voor overstroming in alle gebouwen. Voor enige gebouwen in de HFR zou de interne overstroming kunnen leiden tot het verlies van warmte-afvoer of stroomvoorziening, voor de overige faciliteiten levert dit geen additionele gevaren voor de veiligheid op.

Een blokkering van de koelwaterinlaat zou veroorzaakt kunnen worden door een schip dat strandt voor de koelwaterinlaat in het Noord-Hollands Kanaal, of door een biologisch fenomeen, zoals waterplanten in het koelwaterinlaatkanaal. Dit kan een tijdelijk gebrek aan koelwater opleveren. Voor de andere nucleaire faciliteiten heeft deze gebeurtenis geen betekenis.

4.7.2 Conclusie bevoegd gezag

Het rapport voldoet aan de aanvullende eisen die de Minister van EL&I aan de vergunninghouder NRG heeft gesteld. Toch heeft NRG een summiere invulling aan het onderwerp "Andere extreme gevaren" gegeven. De analyses zijn beperkt, waarbij in de meeste gevallen niet gekeken wordt naar het effect van een incident van toenemende gradatie op de installaties van NRG. NRG heeft ook geen veiligheidsmarges voor externe gevaren aangegeven. Niet altijd worden alle relevante aspecten die bij incidenten kunnen optreden gezien; aanbevelingen worden slechts in beperkte mate gedaan. Er is vooral gekeken naar de effecten op de installaties en in mindere mate naar de effecten op het personeel. Het bevoegd gezag is daarom van mening dat de vergunninghouder een aanvullende studie moet uitvoeren met betrekking tot de dreigingen van ongevallen ten gevolge van menselijk handelen en andere oorzaken, waarbij ook rekening gehouden wordt met de effecten op het personeel. In deze aanvullende studie moet NRG o.a. rekening houden met, maar zich niet beperken tot, het volgende:

- In de beschrijving van brandscenario's moet worden beschreven wanneer installaties en/of installatieonderdelen falen en wat de gevolgen daarvan zijn.
- Interne brand ten gevolge van elektrisch aangedreven apparatuur.
- Het optreden van en de gevolgen van explosies binnen de inrichting, maar buiten de gebouwen.
- Bij het onderwerp internal flooding moet worden ingegaan op het mogelijk optreden van kortsluiting en de mogelijk als hiervan optredende gevolgen (bijv. brand). Daarbij moet ook worden ingegaan op het preventief waterdicht uitvoeren van apparatuur.
- Het verlies van externe netverbinding is volgens NRG niet mogelijk omdat de kabels onder de grond lopen. NRG moet alsnog het scenario analyseren van verlies van externe netverbinding door graafwerkzaamheden.
- NRG geeft aan de brandanalyse van de HFR te zullen updaten (geïdentificeerde verbetermogelijkheid S20). Dit moet niet alleen een update zijn maar een brandanalyse vanuit het perspectief van de uitgangspunten van de stresstest.
- Diverse maatregelen naar aanleiding van de brandanalyse zijn niet gedocumenteerd. Dit betekent dat maatregelen niet in procedures zijn vastgelegd en dat het personeel niet getraind is om de maatregelen uit te voeren. Het bevoegd gezag vindt het noodzakelijk dat NRG met betrekking tot de noodzakelijke maatregelen procedures vaststelt en zorgt dat het personeel getraind is.

5 Conclusie

5.1 Het stresstestrapport

De uitgevoerde beoordeling geeft geen indicaties dat de installatie en organisatie niet aan de eisen van de huidige vergunning voldoen.

NRG heeft haar robuustheidsonderzoek uitgevoerd voor die nucleaire installaties op de OLP welke onder haar vergunningen vallen. Installaties van andere vergunninghouders, waarin radioactieve stoffen worden toegepast, zijn niet meegenomen in de analyse. Over de robuustheid van die overige installaties doet het rapport dan ook geen uitspraken.

Het stresstestrapport is, met inachtneming van de verder in dit beoordelingsrapport vermelde opmerkingen en gelet op de strakke tijdsplanning waaronder het stresstestrapport tot stand moest komen, in zijn algemeenheid van voldoende kwaliteit. Het rapport voldoet op hoofdlijnen aan de eisen die ENSREG aan zo'n rapport stelt. Het voldoet bovendien aan de aanvullende eisen die door de minister van EL&I zijn gesteld.

Het rapport geeft een volledig en getrouw beeld van de huidige technische en organisatorische situatie in de nucleaire installaties. Het rapport geeft een realistisch beeld van de omstandigheden waaraan de nucleaire installaties in extreme situaties zouden kunnen worden blootgesteld. Het bevat een brede analyse van de wijze waarop de bedrijfsonderdelen van de nucleaire installaties op die extreme omstandigheden reageren of daartegen bestand zijn.

Desalniettemin stelt het bevoegd gezag ten aanzien van het rapport in algemene zin het volgende vast:

- Het rapport concentreert zich op de effecten van ernstige ongevallen op een termijn van uren en enkele dagen. Het bevoegd gezag wil dat de vergunninghouder NRG ook een studie doet naar de beheersing van langdurende ernstige ongevallen.
- De effecten van een mogelijke brand (zo mogelijk op meerdere locaties tegelijk) die kan ontstaan als gevolg van andere extreme situaties zijn onvoldoende belicht.
- De beschrijving van 'cliff edges' (grote, meestal onomkeerbare, effecten als gevolg van kleine verandering in de situatie) is voor de meeste scenario's summier uitgevoerd.
- In het rapport is geen structureel verband gelegd tussen de voorgestelde maatregelen en de geïdentificeerde 'cliff edges' of geconstateerde marges.
- Het bevoegd gezag acht een analyse van de situatie van laag water in het reactorbassin van de HFR in combinatie met verlies van elektrische voeding en verlies van warmteafvoermogelijkheden door NRG nodig.
- De vergunninghouder NRG moet een aanvullende studie uitvoeren naar de dreigingen van ongevallen veroorzaakt door menselijk handelen of andere extreme gevaren.
- De maatregelen, zoals vermeld in de samenvatting van het stresstestrapport komen niet systematisch overeen met de maatregelen die in het rapport zelf zijn geïdentificeerd. De lijst met maatregelen moet daarom volledig gemaakt worden en aangevuld met de door het bevoegd gezag aangedragen studies en maatregelen.
- De door NRG voorgestelde maatregelen lijken bij eerste lezing de veiligheid te verbeteren. Nader onderzoek en analyse van de door NRG voorgestelde maatregelen is nodig om te bepalen in hoeverre de veiligheid wordt verbeterd. Indien de implementatie van bepaalde maatregelen langere tijd in beslag neemt kan het nodig zijn om tijdelijke maatregelen te treffen.

5.2 De robuustheid van de nucleaire installaties in geval van extreme omstandigheden

In het rapport is aannemelijk beschreven dat de Hoge Flux Reactor beschikt over veiligheidsmarges ten opzichte van de technische en organisatorische eisen waaraan de reactor op dit moment wettelijk moet voldoen. Voor de overige nucleaire installaties van NRG zijn de marges kleiner of niet goed vast te stellen. Het bevoegd gezag acht het daarom noodzakelijk dat NRG op korte termijn de marges en berekeningen gaat evalueren tegen actuele bouwtechnische regelgeving en de actuele regels voor onderzoeksreactoren. Bovendien acht het bevoegd gezag, in het licht van

Fukushima, een kordate aanpak nodig bij het realiseren van enkele gebleken verbeterpunten door middel van het treffen van maatregelen en het uitvoeren van nadere studies. Hierbij wordt in het bijzonder bedoeld op:

- het vergroten van de mogelijkheid om in geïsoleerde moeilijke omstandigheden langer en beter de veiligheid van de installaties te kunnen waarborgen. Daarmee wordt bedoeld op maatregelen voor het verlengen van de autarkietijd van apparatuur en het uitbreiden van de (zelf-) redzaamheid van personeel,
- het aardbevingsbestendig maken van de voorzieningen op het gebied van brandbestrijding en van de ventilatiesystemen van de nucleaire installaties,
- het opnemen van overstroming als ontwerpongeval en het uitvoeren van een overstromingsanalyse,
- het aansluiten van de noodstroomvoorziening op het secundaire pompgebouw, zodat in geval van verlies van elektrische voeding niet direct verlies van warmteafvoermogelijkheden optreedt,
- het vergroten van de mogelijkheden om het reactorbassin van de HFR en het opslagbassin van HCL van water te kunnen voorzien,
- het mogelijk maken om de convectie afsluiters van de HFR op afstand te bedienen zodat er meer zekerheid bestaat om in geval van een verlies van warmteafvoermogelijkheden de reactor met bassinwater te kunnen koelen.

5.3 De voorstellen voor verbetering van de robuustheid van de installaties

Het rapport bevat aannemelijke voornemens voor verbetering van de robuustheid van de nucleaire installaties. Op een aantal punten heeft NRG nadere onderzoeken, maatregelen en procedures voorgesteld (zie appendix). Hieruit zouden aangepaste of nieuwe maatregelen noodzakelijk kunnen blijken.

De verbeteracties zijn (nog) niet van een prioritering en tijdsplanning voorzien. Het bevoegd gezag acht het nodig dat NRG het verbeterplan met deze aspecten ter beoordeling voorlegt. Het verbeterplan dient qua planning rekening te houden met de activiteiten die in het kader van de lopende 10EVA uitgevoerd worden.

5.4 Tot slot

Het onderzoeksrapport van NRG naar de robuustheid van de nucleaire installaties op de OLP kan zich meten met de kwaliteit van vergelijkbare rapporten van kerncentrales in de ons omringende landen.

Het pakket van voorgestelde maatregelen en studies is, zoals hierboven aangegeven, op onderdelen te beperkt en een helder en afrekenbaar tijdschema ontbreekt vooralsnog. Sommige nucleaire bedrijven in de ons omringende landen hebben wel concreet geplande aanpassingsvoorstellen ingediend.

Het bevoegd gezag zal de komende tijd het verbeterplan, inclusief het oordeel over noodzaak en planning van onderzoeken en maatregelen, beoordelen, waarbij het gezag gebruik maakt van de bevindingen uit andere landen en bijgestelde normenkaders.

Appendix

A.1 Lijst van geïdentificeerde verbetermaatregelen opgesteld door NRG

A.2 Beoordeling Kernfysische Dienst van de NRG stresstest OLP

A.1 Lijst van geïdentificeerde verbetermaatregelen

Lijst van geïdentificeerde verbetermogelijkheden, opgesteld door de vergunninghouder NRG:	
<p>M: Maatregelen die waarschijnlijk hardware modificatie met zich meebrengt. S: Aanvullende studies om de robuustheid nauwkeuriger te bepalen. P: Procedures die de robuustheid van de OLP verder kunnen vergroten.</p> <p>De lijst is opgesteld in het Engels en kan teruggevonden worden in het stresstrapport 'Complementary Safety Margin Assessment "Onderzoeklocatie Petten"".</p>	
M1	Installation of seismic instrumentation to notify the HFR control room and if necessary initiate a scram. This would increase the HFR's robustness in case of an earthquake.
M2	Securing the power supply of the Emergency Communication Centre ("INO room") under extreme conditions would strengthen the Emergency Response Organisation (ERO).
M3	The use of autonomous wireless battery-based techniques on site and satellite-based communication systems for off-site and emergency voice and data communication would strengthen the ERO.
M4	Bolting down of waste tanks in the HCL-MPF, JGL and HFR would improve the robustness of the waste tanks in case of flooding and or seismic events.
M5	Installation of external connections for auxiliary diesel generators for power supply to vital components would increase the margin in case of Station Black-out.
M6	(Additional) leakage detection systems should be installed in the HFR Reactor Outbuilding, HFR Primary Pump Building (PPG) and WSF.
M7	A possibility to remotely control/add PWN water flow to the pool of the HFR and storage pool at HCL will increase the margin to control fuel damage or shielding/confinement.
M8	A possibility to remotely control and operate the convection valves at the HFR would overcome a potential cliff-edge with respect to emergency cooling abilities.
M9	Introduction of emergency-proof on-line monitoring system at the STEK facility would increase the margin to prevent/control releases in case of events that damage stored waste containers.
M10	The installation of a Remote Monitoring System for the HFR will be completed by mid-2012 and will provide the capability to monitor the HFR under extreme adverse conditions.
M11	The protection of the control room against toxics, smoke etc. would improve the margin in case of other events.
M12	Provisions will be made to add neutron absorbers to improve HFR reactivity control in emergency situations.
M13	The storage facility of fissile material in the WSF trenches should be strengthened in such a way that deformation is excluded under all accident conditions.
M14	Provision of additional locations of cabinets with alarm procedures ('alarm roles') and other contact information will create redundancy in Severe accident Management.
M15	Installation of a C2000 emergency network repeater inside the HFR would increase emergency network capability.
M16	The possibility to provide long-term provisions for employees (e.g. food supply, sheltering) would increase the margin for the ERO.
M23	The possibility to improve the level of autonomy of the Emergency Response Organisation (ERO) would enhance the capability to handle threatening external events and severe accidents in case of lack of external emergency support due to extreme conditions in the hinterland.
M25	The possibility to assign a location for sheltering and treat (un)contaminated and possibly injured people on site would improve the capability of the ERO to handle severe accidents in case of unavailability of external emergency support due to extreme conditions in the hinterland.
S1	The currently used Design Based earthquake will be evaluated against the current IAEA requirements and recommendations established in the IAEA.
S2	The seismic site characterisation OLP will be finalised in reference to the current requirements and recommendations established in IAEA safety related standards.
S3	A systematic seismic qualification of the SSCs of the HFR consistent with international

	accepted requirements and guidelines will be made. Included under this point are the recommendations from the recent INSARR mission to the HFR.
S4	The existing seismic analysis of the HCL building structure and related components will be extended.
S5	The possibilities to replenish diesel fuel and potable water supply during flooding conditions will be investigated.
S6	The possibility to seal the penetrations of the cabling duct between the Primary Pump Building and the Reactor Outbuilding to reduce leakage to the Reactor outbuilding will be evaluated.
S7	The uncertainty of the extreme weather margins can be reduced by including certain missing weather conditions in the original design basis. Building specifications with respect to extreme weather conditions that not yet have been retrieved should be identified and subsequently margins and potential cliff edges should be re-evaluated.
S8	The possibility of injection of (sea)water in the secondary cooling system will be evaluated
S9	The possibility to inject water to the pool water system via the Stortz couplings to extend the margin with respect to available pool water volume will be evaluated
S10	The extent to which gravity driven supply of PWN water can be applied to replenish the pools or to re-establish the water level of the pools to the level of the water stocks of PWN ("niveau reinwater kelders") will be evaluated, meeting all constraints for direct refill of the pools by PWN.
S11	The necessity to increase battery capacity to enlarge monitoring and recording time will be investigated for relevant safety systems.
S12	The potential radiological impact on emergency workers due to lowered water levels in the HCL storage pool will be analysed.
S13	The currently available criticality safety analyses for the various storage locations for fissile material will be extended in the light of possible deformation of the storage facilities due to extreme events.
S14	An analysis will be performed to evaluate the need and feasibility of a secondary communication room in case of failure of the main CAS-room (centrale meldpost)
S15	The possibilities to improve availability of replacement staff and internal resources that can be used in case of severe accidents will be made.
S16	Evaluation of the possibilities to prepare and conduct countermeasures like use of radiation shielding, covering of debris, collect, store, and process contaminated water, decontamination of equipment and persons in case of severe accidents.
S17	The effect of internal explosions on the safety functions of the HFR besides loss of containment will be investigated.
S18	The on-going investigations on the explosives present in the naval artillery test range during testing will be monitored, and it should be made sure that the safety functions of the OLP nuclear facilities remain unaffected during accidents with these explosives.
S19	The effects of an explosion/fire originating from the natural gas pressure reducing station located on the OLP will be analysed.
S20	The fire analysis of the HFR will be updated.
S21	The analysis of the consequences of radioactive release caused by air plane crash on the HFR will be extended under the assumption that all pool water is lost.
S22	All safety systems will be checked for the presence of PLCs and their vulnerability for malware. A general policy of checking vulnerability for malware with facility hardware adaptations and upgrades should be established.
P1	All existing procedures with respect to the impact of flooding will be reviewed. Procedures with respect to the identified bottlenecks will be adapted.
P2	A procedure to safely shut down nuclear facilities in case of defined extreme weather conditions will be established.
P3	To meet the 72 hours operation recommendation (ENSREG), the minimum required volume of the main fuel stock will be kept at a minimum of 8.1 m3 for operation of diesel generator A and B for that time frame, or at a minimum of 8.6 m3 for 72 hours of operation for all three engines.
P4	A set of procedures will be developed (or the existing set enhanced) to address the following issues in case of LUHS: <ul style="list-style-type: none"> - Heating up of the primary system - Related switch over to core cooling by pool water - Replenishment of pool water A training program will be implemented.

P4	A set of procedures will be developed (or the existing set enhanced) to address the following issues in case of LUHS-SBO: <ul style="list-style-type: none"> - Supply of pool water for core cooling - Replenishment of pool water by the fire brigade A training program will be implemented.
P6	A set of Accident Management Procedures as supplement to the existing procedures ("bedrijfsvoorschriften") will be developed and a training program should be implemented. Examples of recommended issues to be addressed are: <ul style="list-style-type: none"> - accident management measures which are possible at the HFR, but currently not mentioned in a separate procedure - possible leak repair methods for larger pool leakage - use of autonomous mobile pumps
P7	A Function Restoration Procedure for maintaining the containment function of the HFR will be developed (as supplement to the existing procedures).
P8	Develop function restoration procedures for maintaining the confinement function of the HCL-RL, the HCL-MPF, JGL, WSF, DWT and STEK buildings.
P9	The placement of the Cd plate next to the HFR vessel will be trained in the current situation.
P10	Provide clear instructions in case of temporary failure of CAS.
P11	Provide guidance on GSM-based on-site communication, in case of emergency
P12	Provide procedures for triggering of ERO by external events.
P13	Provide procedures for the management of accidents in case of inaccessibility of OLP for external emergency organizations.
P14	Define procedures that facilitate mutual support between facilities in case of severe accidents
P15	Establish a communication protocol from the regional fire brigades to the OLP in case of fire or other external hazards.

A.2 Beoordeling Kernfysische Dienst van de NRG stresstest OLP

De 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 OLP 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 nucleaire installaties van NRG op de Onderzoekslocatie Petten

KFD BEOORDELING VAN DE NRG STRESSTEST OLP

Datum 2 mei 2012
Status Finale versie

Colofon

Inspectie Leefomgeving en Transport
Risicovolle Bedrijven
Kernfysische Dienst
Nieuwe Uitleg 1
Postbus 16191
2500 BD Den Haag

Datum: Mei 2012

Deze publicatie kan gedownload worden via www.ilent.nl

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	8
2 Beoordeling van de ENSREG eisen	11
2.1 Vereiste 1: Algemene gegevens van de inrichting en de nucleaire installaties	11
2.2 Vereiste 2: Aardbeving	11
2.3 Vereiste 3: Overstroming	12
2.4 Vereiste 4: Extreme weersomstandigheden	13
2.5 Vereiste 5: Verlies van elektrische voeding en verlies van de gegarandeerde warmteafvoer	13
2.6 Vereiste 6: Beheersing van ernstige ongevallen	16
2.7 Vereiste 7: Andere extreme gevaren (aanvullende eis van de Nederlandse overheid)	17
 Bijlage A: De ENSREG eisen voor het nationale rapport, inclusief de opmerkingen van de KFD.....	 16

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; met name voor situaties als de centrale aan extreme omstandigheden wordt blootgesteld. Het onderzoek moet voldoen aan de vereisten en kwaliteitscriteria zoals die door ENSREG¹ zijn vastgesteld (referentie 'Declaration of ENSREG' 13 mei 2011). In Nederland hebben de uitbaters 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, Landbouw en Innovatie heeft hiertoe een verzoek gedaan middels de brief ETM/ED/11074571 gedateerd 1 juni 2011. In deze brief 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 (zoals terroristische acties). Op de Onderzoekslocatie Petten (OLP) bestaan er een aantal installatie zoals nucleaire installaties van NRG. NRG² heeft een robuustheidsonderzoek uitgevoerd voor de eigen nucleaire installaties op de OLP. De resultaten van het onderzoek zijn opgenomen in een document, getiteld 'Final Report Complementary Safety margin Assessment "Onderzoekslocatie Petten", 29 februari 2012'. De Kernfysische Dienst (KFD), als toezichthouder, heeft het onderzoeksrapport van NRG beoordeeld en komt tot de volgende bevindingen:

Het stresstestrapport

- De uitgevoerde beoordeling geeft **geen** indicaties dat de installatie en organisatie niet aan de eisen van de huidige vergunning voldoen.
- Het stresstestrapport is, met inachtneming van de verder in dit beoordelingsrapport vermelde opmerkingen en gelet op de strakke tijdsplanning waaronder het stresstestrapport tot stand moest komen, in z'n algemeenheid van voldoende kwaliteit. Het rapport voldoet op hoofdlijnen aan de eisen die ENSREG aan zo'n rapport stelt. Het voldoet bovendien aan de aanvullende eisen die door de minister van EL&I zijn gesteld.
- NRG heeft haar robuustheidsonderzoek uitgevoerd voor die nucleaire installaties op de OLP welke onder haar vergunningen vallen. Installaties van andere vergunninghouders, waarin radioactieve stoffen worden toegepast, zijn niet meegenomen in de analyse. Over de robuustheid van die overige installaties doet het rapport dan ook geen uitspraken.
- Het rapport geeft een vrij volledig en getrouw beeld van de huidige technische en organisatorische situatie in de nucleaire installaties. Het rapport geeft een realistisch beeld van de omstandigheden waaraan de nucleaire installaties in extreme situaties zouden kunnen worden blootgesteld.
- Het rapport bevat een brede analyse van de wijze waarop de bedrijfsonderdelen van de nucleaire installaties op die extreme omstandigheden reageren of daartegen bestand zijn.

¹ ENSREG: European Nuclear Safety Regulators

² NRG: Nuclear Research and consultancy Group

Desalniettemin stelt de KFD ten aanzien van het rapport in algemene zin het volgende vast:

- Het rapport concentreert zich op de effecten van ernstige ongevallen op een termijn van uren en enkele dagen. Er ontbreekt een studie naar de beheersing van langdurende ernstige ongevallen.
- Informatie met betrekking tot de "status of approval/validation" van documenten die NRG voor de evaluatie heeft toegepast ontbreekt veelal in het rapport. De ontbrekende informatie is op verzoek van KFD door NRG geleverd.
- De effecten van een mogelijke brand (zo mogelijk op meerdere locaties tegelijk) die kan ontstaan als gevolg van andere extreme situaties zijn onvoldoende belicht.
- De beschrijving van 'cliff edges' (grote, meestal onomkeerbare, effecten als gevolg van kleine verandering in de situatie) is voor de meeste scenario's summier uitgevoerd.
- In het rapport is geen structureel verband gelegd tussen de voorgestelde maatregelen en de geïdentificeerde 'cliff edges' of geconstateerde marges.
- De KFD acht het nodig dat de analyse van de situatie van laag water in het reactorbassin van de HFR in combinatie met verlies van elektrische voeding en verlies van ultieme heat sink³, door NRG wordt uitgevoerd.
- De KFD acht het nodig dat NRG een aanvullende studie uitvoert naar de dreigingen van ongevallen veroorzaakt door menselijk handelen of andere oorzaken.
- De maatregelen, zoals vermeld in de samenvatting van het stresstrapport komen niet systematisch overeen met de maatregelen die in het rapport zelf zijn geïdentificeerd. De lijst met maatregelen moet daarom volledig gemaakt worden.
- De door NRG voorgestelde maatregelen lijken bij eerste lezing de veiligheid te verbeteren. Nader onderzoek en analyse van deze maatregelen door NRG is echter nodig om dit zeker te stellen. Bovendien is vastgesteld dat verder onderzoek door NRG op een aantal punten nodig is. Indien de implementatie van bepaalde maatregelen langere tijd in beslag neemt kan het nodig zijn om tijdelijke maatregelen te treffen. De KFD gaat er toezicht op houden dat de gesignaleerde omissies in het rapport op korte termijn worden verholpen.

De robuustheid van de nucleaire installaties in geval van extreme omstandigheden

- In het rapport is aannemelijk beschreven dat de Hoge Flux Reactor beschikt over veiligheidsmarges ten opzichte van de technische en organisatorische eisen waaraan de reactor op dit moment wettelijk moet voldoen. Voor de overige nucleaire installaties van NRG zijn de marges kleiner of niet goed vast te stellen. KFD acht het daarom noodzakelijk dat NRG op korte termijn de marges en berekeningen gaat evalueren tegen actuele bouwtechnische regelgeving en de actuele regels voor onderzoeksreactoren. Bovendien acht de KFD, in het licht van Fukushima, een kordate aanpak nodig bij het realiseren van enkele gebleken verbeterpunten door middel van het treffen van maatregelen en het uitvoeren van nadere studies. Hierbij wordt in het bijzonder bedoeld op
 - het vergroten van de mogelijkheid om in geïsoleerde moeilijke omstandigheden langer en beter de veiligheid van de installaties te kunnen waarborgen. Daarmee wordt bedoeld op maatregelen voor het verlengen van de autarkietijd van apparatuur en het uitbreiden van de (zelf-) redzaamheid van personeel,
 - het aardbevingsbestendig maken van de voorzieningen op het gebied van brandbestrijding en van de ventilatiesystemen van de nucleaire installaties, etcetera,
 - het opnemen van overstroming als ontwerpongeval en het uitvoeren van een overstromingsanalyse,
 - het aansluiten van de noodstroomcentrale op het secundaire pompgebouw, zodat in geval van verlies van elektrische voeding niet direct verlies van ultieme heat sink optreedt,

³ De ultieme 'heat sink' is gewoonlijk een waterlichaam (rivier, meer, zee), het grondwater of de atmosfeer, waarnaar een gedeelte of de volledige vervalwarmte afgevoerd kan worden, zowel bij normaal bedrijf, bij voorziene gebeurtenissen of in ongevalsituaties.

- het vergroten van de mogelijkheden om het reactorbassin van de HFR en het opslagbassin van HCL van water te kunnen voorzien,
- het mogelijk maken om de convectie afsluiters van de HFR op afstand te bedienen zodat er meer zekerheid bestaat om in geval van een verlies van de ultieme heat sink de reactor met bassinwater te kunnen koelen.

De voorstellen voor verbetering van de robuustheid van de installaties

- Het rapport bevat aannemelijke voornemens voor verbetering van de robuustheid van de nucleaire installaties. Op een aantal punten heeft NRG nadere onderzoeken geformuleerd. Hieruit zouden aangepaste of nieuwe maatregelen noodzakelijk kunnen blijken.
- De verbeteracties zijn (nog) niet van een prioritering en tijdsplanning voorzien. KFD acht het nodig dat NRG het verbeterplan met deze aspecten ter beoordeling aan de KFD voorlegt.

Concrete verbeteracties dienen gescheiden van de lopende 10-jaarlijkse veiligheidsevaluatie te worden ingepland en uitgevoerd. Alleen diepgaande studies over verbetermaatregelen, die onlosmakelijk met de veiligheidssystemen van de installaties verbonden zijn, mogen in deze evaluatiecyclus worden ingepast.

Tot slot

Het onderzoeksrapport van NRG naar de robuustheid van de nucleaire installaties op de OLP kan zich meten met de kwaliteit van vergelijkbare rapporten van kerncentrales in de ons omringende landen.

Het pakket van voorgestelde maatregelen en studies is, zoals hierboven aangegeven, op onderdelen te beperkt en een helder en afrekenbaar tijdschema ontbreekt vooralsnog. In dat opzicht moet NRG zich spiegelen aan sommige nucleaire bedrijven in de ons omringende landen, die concreet geplande aanpassingsvoorstellen doen.

KFD zal de komende tijd de beoordeling, inclusief het oordeel over noodzaak en planning van onderzoeken en maatregelen, voortzetten mede gebruik makend van de bevindingen uit andere landen en bijgestelde normenkaders.

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 vastgesteld. De Nederlandse overheid heeft deze specificaties voor de stresstest overgenomen en heeft aan de vergunninghouders gevraagd om ook aandacht te besteden aan andere (vermoedelijk 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. Het onderzoek bestaat uit de volgende drie onderdelen:

- Voorzieningen die zijn opgenomen in de ontwerpbasis van de installaties en in hoeverre de installaties voldoen aan de ontwerp-eisen.
- 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 ongevalbeheers-maatregelen (zowel veiligheidssystemen als bedrijfssystemen) geen radioactieve lozing naar de omgeving meer kunnen voorkomen, waardoor mitigerende acties nodig zijn om de bevolking te beschermen.
- Evaluatie van de organisatorische en technische mogelijkheden om een ernstig ongeval te bestrijden.

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 aardbeving en overstroming 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 die verband houden met beveiligingsbedreigingen behandelt, wordt niet in dit rapport beschreven.

In Nederland hebben naast EPZ, 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.

NRG heeft als vergunninghouder van nucleaire installaties op de Onderzoekslocatie Petten (OLP), waaronder de Hoge Flux reactor (HFR), zo'n robuustheidsonderzoek uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek zijn vastgelegd in het onderzoeksrapport 'Complementary Safety margin Assessment "Onderzoekslocatie Petten"' (February 29, 2012, final report). Dit rapport is ingediend bij de Minister van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I), die 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, heeft als onafhankelijk nucleair toezichthouder, die rapporteert aan de Minister van EL&I, een deskundig oordeel van het onderzoeksrapport van NRG opgesteld.

De beoordeling is uitgevoerd door inspecteurs van de KFD met brede ervaring in nucleaire veiligheid, met specifieke kennis van de installaties, of met specifieke kennis op de

gebieden die onderzocht worden in het robuustheids-onderzoek. De beoordeling is uitgevoerd in een periode van circa zes weken.

In die periode heeft NRG de gelegenheid gekregen om een groot aantal vragen van de KFD te beantwoorden en aanvullende informatie aan te leveren. De antwoorden op de gestelde vragen, de extra informatie en referenties zijn betrokken bij de beoordeling. De beoordeling van de analyses is gebaseerd op plausibiliteit van de aannames en resultaten. Er zijn geen onafhankelijke berekeningen uitgevoerd.

Bij de beoordeling heeft KFD gebruik gemaakt van de kennis die is opgedaan bij de beoordeling van het stresstest rapport van EPZ en bij het EU peer review proces 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 IAEA⁴ en de OECD/NEA⁵ zijn bezocht.

KFD zal in de toekomst steeds weer kennis nemen van nieuwe lessen van het kernongeval in Fukushima en gebruik maken van informatie van andere nucleaire installaties en de toezichthouders in andere landen. Van NRG wordt i.k.v. haar verantwoordelijk als vergunninghouder verwacht om steeds de internationaal beschikbare nieuwe kennis te betrekken bij het verbeteren van de veiligheid van de nucleaire installaties. De KFD zal hierop toezicht houden.

De maatregelen die door NRG zijn opgesomd moeten daarom gezien worden als een eerste initiatief. Zoals het beoordelingsrapport laat zien, zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk. Ofschoon alle maatregelen, die door NRG worden opgesomd, lijken bij te dragen aan de verbetering van de nucleaire veiligheid, zijn meer gedetailleerde analyses nodig om zeker te stellen dat de maatregelen geen ongewenste effecten hebben op de nucleaire veiligheid.

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 NRG:

- Algemene gegevens van de locatie en de nucleaire installaties
- Aardbeving
- Overstroming
- Extreme weersomstandigheden
- Verlies van elektrisch vermogen en verlies van de ultieme 'heat sink'
- Beheersing van ernstige ongevallen
- Andere extreme gevaren

De gedetailleerde acties die volgens KFD door NRG genomen moeten en gedetailleerde opmerkingen van KFD op het stresstrapport, zijn weergegeven in bijlage A. Deze bijlage volgt de structuur van de ENSREG-eisen aangevuld met de Nederlandse eisen.

⁴ Internationaal Atoom Energie Agentschap

⁵ Kernenergie Agentschap van de OESO

2 Beoordeling van de ENSREG eisen

Inleiding

Dit hoofdstuk moet gelezen worden samen met het NRG-rapport 'Complementary Safety Margin Assessment' (29 februari 2012, final report) en de brief ETM/ED/11074571 van het Ministerie van Economische Zaken, landbouw en Innovatie, gedateerd 1 juni 2011. Deze informatie kan gevonden worden op <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/kernenergie/europese-stresstest-kerncentrales>

2.1 Vereiste 1: Algemene gegevens van de inrichting en de nucleaire installaties

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.

In deze beoordeling heeft KFD een controle gedaan op de belangrijkste onderwerpen van de verstrekte informatie in verband met vereiste 1.

KFD concludeert dat NRG in het algemeen een uitgebreid overzicht heeft gegeven in verband met deze vereiste en dat de informatie geschikt is voor de beoordeling van de andere vereisten. KFD heeft de volgende opmerkingen:

- Voordat krediet genomen wordt op het Remote Monitoring Systeem (RMS) en het alternatieve afschakelsysteem, met behulp van een cadmiumplaat, beide voor de HFR, moeten deze systemen aantoonbaar aanwezig en getest zijn. Het RMS is volgens NRG pas in de zomer van 2012 gereed. Het alternatieve afschakelsysteem is nog niet voldoende getest en onduidelijk is nog in hoeverre dit systeem onder alle ongevalscondities bruikbaar is.
- De beschrijvingen van het externe elektriciteitsnet, het interne elektriciteitsnet en de noodstroomvoorzieningen zijn te globaal en bevatten te weinig informatie. KFD heeft de beschikking gekregen over tekeningen, elektrische schema's en diverse toelichtingen op het noodstroomstelsel ten behoeve van de beoordeling.
- Bij de resultaten van de Risk Scoping Study (RSS) van de HFR worden twee loss-of-coolant ongevallen beschreven met het al dan niet functioneren van de Jacket Pipe. Dit is onterecht want de Jacket Pipe, een maatregel uit de eerste 10-jaarlijkse veiligheidsvaluatie, is tot op heden niet aangebracht.

2.2 Vereiste 2: Aardbeving

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 aardbeving zijn te vinden in bijlage A.

KFD concludeert dat

- voor de HFR een ontwerpaardbeving (design basis earthquake DBE) is bepaald en meerdere constructies, systemen en componenten (structures, systems, components):

SSC's) zijn geëvalueerd. De robuustheid van de overige nucleaire installaties tegen een DBE is bepaald op basis van 'engineering judgement' en 'seismic walkdowns'⁶. Voor deze installaties zijn geen marges bekend. Er zullen aanvullende studies door NRG worden uitgevoerd naar evaluatie van de DBE en de specifieke seismische omstandigheden van de inrichting.

- een deel van de codes die voor de oorspronkelijke ontwerpberekeningen zijn toegepast, inmiddels zijn vervangen door meer recente codes. De KFD acht het wenselijk dat (indien in de studies S1 t/m S4 bestaande berekeningen in aanmerking worden genomen) een evaluatie plaatsvindt of de bestaande berekeningen nog voldoende veiligheidsmarges waarborgen ten opzichte van recente conventionele en nucleaire codes.
- in de HFR de meeste SSC's seismisch zijn gekwalificeerd. In de andere installaties is dat niet het geval. In dit kader wordt het volgende opgemerkt:
 - De KFD acht het nodig in het kader van de door NRG geplande studies S3 en S4 naast de gebouwen en SSC's, hun ondersteuning inclusief de verbindingsmiddelen en verankeringen mee te nemen (bv. deugelverbindingen, verankeringen etc.).
 - De voorzieningen op het gebied van brandbestrijding zijn in het kader van 'seismic walkdowns' beschouwd. Het aardbevingsbestendig maken van deze voorzieningen vindt de KFD noodzakelijk.
 - De KFD acht het nodig dat wordt onderzocht of de ventilatiesystemen van de nucleaire installaties aardbevingsbestendig gemaakt kunnen worden.

2.3 Vereiste 3: Overstroming

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 uitieme heatsink.

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

KFD concludeert dat

- ENSREG een evaluatie eist van de marges in het geval van een aardbeving die groter is dan het ontwerp-aardbeving in combinatie met een aansluitende overstroming groter dan de ontwerp-overstroming. Deze combinatie is niet consequent beschouwd door NRG omdat er voor de OLP geen ontwerp-overstroming (design basis flood; DBF) is gedefinieerd. Overstroming dient als ontwerp-ongeval te worden opgenomen en een overstromingsanalyse moet worden uitgevoerd.
- vanwege het ontbreken van een ontwerp-overstroming, er geen marges te bepalen zijn. NRG heeft een vrij uitgebreide analyse gemaakt van potentiële 'cliff-edge' effecten in geval van een geleidelijk stijgend waterniveau.
- het nodig is de door NRG geplande studie S6 "sealing of penetrations" breder op te zetten met betrekking tot het evalueren van verbetermogelijkheden voor lektheid. Zulke voorzieningen (bv. bestaande of nog te plaatsen dichtingen van doorvoeringen) dienen in het In-Service-Inspection-programma opgenomen te worden tenzij ze geen veiligheidsgerelateerde functie hebben.

⁶ Een 'seismic walkdown' is een evaluatie van de seismische capaciteit van SSC's, de verankering ervan en mogelijke interacties op basis van een rondgang door de nucleaire installatie door ervaren seismische ingenieurs.

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.

NRG heeft de volgende weersomstandigheden geëvalueerd:

- Maximale en minimale watertemperatuur van het Noord-Hollands kanaal;
- IJsvorming in het Noord-Hollands kanaal;
- Extreme hoge en lage buitentemperaturen;
- Extreme harde wind, windvlagen en wervelwinden;
- Wind projectielen en hagel;
- Depositie van zout;
- Zware regenval;
- Zware sneeuwval;
- Blickseminslag;
- Denkbare combinaties van de hierboven genoemde weersomstandigheden.

KFD concludeert dat

- de robuustheid van de installaties tegen extreme weersomstandigheden met name gebaseerd is op bestaande bouwnormen. Niet voor alle gebouwen zijn de exacte bouwberoeeningen bekend. Hiervoor zijn aannames gedaan.
- voor een aantal gebouwen geen positieve marges bij verschillende extreme weersomstandigheden bestaan. Verder zijn niet voor alle extreme weersomstandigheden marges bekend.

De KFD in verband met beide bevindingen een aanvullend onderzoek noodzakelijk.

2.5 Vereiste 5: Verlies van elektrische voeding en verlies van de gegarandeerde warmteafvoer

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)⁷
- Verlies van externe voeding in combinatie met verlies van de noodvoeding en verlies van vast opgestelde alternatieve noodvoedingsystemen (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.

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 begingebuurtenis. Licht draagbaar materieel kan aangeleverd worden vanaf andere locaties na de eerste 24 uur.

⁷ SBO staat voor Station Black Out, de situatie waarbij behalve de externe elektrische voeding ook de interne noodstroomvoorziening faalt.

Meer details over de ENSREG eisen met betrekking tot verlies van elektrische voeding en verlies van gegarandeerde warmteafvoer zijn te vinden in bijlage A.

KFD concludeert dat:

- Bij de analyse van verlies van ultieme heat sink heeft NRG een gedegen analyse uitgevoerd waarmee goed inzichtelijk wordt gemaakt hoeveel tijd er beschikbaar is voor de verschillende stadia van noodkoeling (opwarmen primair systeem, opwarmen bassinwater en verdampen bassinwater). Daarbij zijn zowel normaal bedrijf als de situatie waarbij de kern zich volledig in het splijtstofopslagbassin bevindt, beschouwd.
- In de analyse van verlies van ultieme heat sink heeft NRG de bedrijfstoestand van laag water in het reactorbassin niet beschouwd. Omdat in deze situatie minder koelwater beschikbaar is, is deze situatie potentieel risicovol en moet dus alsnog door NRG geanalyseerd worden, alsmede de mogelijke herstelacties die nog beschikbaar zijn. Hierbij dient rekening gehouden te worden met alle voorgeschreven combinaties van uitval van elektrische voeding en uitval van ultieme heat sink.
- De SBO2 situatie in hoofdstuk 5 niet consistent geanalyseerd. Dit is de situatie wanneer de elektrische voeding van buiten de inrichting, de noodstroom diesels en de batterijen VZO⁸ alsmede de batterijen van de ononderbroken noodvoedingen falen. In dit geval kunnen alleen de 110 V DC⁹ batterijen nog stroom leveren. NRG moet een studie maken naar mogelijkheden die in zo'n geval de koeling van de splijtstof kunnen waarborgen.
- Over het algemeen is de situatie met de meest verstrekkende gevolgen LAUHS-SBO2¹⁰. Dit is vooral van belang voor Hoge Flux Reactor (HFR). Het Hot Cell Laboratorium (HCL) en de Molybdeen Productie Faciliteit (MPF) verliezen dan hun onderdruk i.e. de 'containment'¹¹ functie alsmede het monitoringsysteem om mogelijk vrijkomende radioactiviteit te meten. Voor de HFR is dan nog 2 x 5 uur batterijcapaciteit over die de instrumentatie en de belangrijkste regelsystemen operationeel kan houden. De vervalwarmte van de afgeschakelde kern, het splijtstofopslagbassin en de experimenten kan alleen via het bassin worden afgevoerd. Dit betekent dat, indien tegenmaatregelen falen, na enkele weken het water verdamt is zodanig dat de bovenkant van de splijtstof onbedekt is. Het water van het primaire systeem en het bassin functioneren in dit geval als een alternatieve heat sink. In het robuustheidsonderzoek is NRG er van uit gegaan dat de LUHS¹² situatie gelijk is aan de LAUHS¹³.
De mogelijke verbetermaatregelen om het bassin van extra water te voorzien en op een alternatieve manier te koelen (zoals feed & bleed) worden door NRG niet meegenomen in de maatregellijst. Deze mogelijke maatregelen moeten daarin alsnog worden opgenomen.
- In de door NRG uitgevoerde analyses wordt voor de vervalwarmte gebruik gemaakt van twee modellen. In de eerste 200.000 seconden wordt een RELAP-model van de HFR gebruikt en bij langere tijden een vergelijking uit de literatuur. Deze vergelijking is geschaald met behulp van een fitparameter om continuïteit in de vervalwarmte op tijdstip 200.000 seconde te garanderen. NRG heeft geen informatie verstrekt over deze fitparameter, waardoor de plausibiliteit van de analyses niet goed beoordeeld kan worden. NRG dient alsnog in de gebruikte waardes voor de vervalwarmte te geven.

⁸ VZO: voeding zonder onderbreking

⁹ VDC: gelijkspanning

¹⁰ LAUHS-SBO2: verlies van alternatieve ultieme heat sink in combinatie met station black out

¹¹ 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)

¹² LUHS: verlies van ultieme heatsink (loss of ultimate heatsink)

¹³ LAHUS: verlies van alternatieve ultieme heat sink (loss of alternative ultimate heatsink)

Er wordt door NRG een groot aantal goede suggesties gedaan, waaruit zeker een aantal waardevolle maatregelen ter verbetering van de robuustheid van de HFR en daarmee de OLP kunnen volgen. In het kader van de ENSREG-specificaties moeten volgens KFD de volgende aanvullende maatregelen worden ingevoerd door NRG:

- Het koppelen van de secundaire koelwaterpompen op de noodstroomcentrale. Hoewel dit tot een reductie van de beschikbare tijd van de dieselgeneratoren zal leiden, zal vooral vlak na afschakelen ieder uur dat de vervalwarmte naar de ultieme heat sink afgevoerd kan worden zich later in het scenario ruimschoots terugverdienen.
- Om beschikbaarheid van de noodstroomcentrale te verlengen geeft NRG aan dat overwogen kan worden om één of twee dieselgeneratoren af te schakelen. Tevens kan in geval van falen overgeschakeld moeten worden op een andere generator. NRG moet een analyse maken van de consequenties van dit afschakelen en overschakelen, zowel voor de veiligheid van de NRG-installaties als voor de installaties van de andere vergunninghouders op de OLP. Vervolgens moet de voorziene werkwijze vastgelegd worden in een procedure.
- De verbetermaatregelen die in hoofdstuk 5 naar voren komen zijn niet volledig overgenomen in de lijst met verbetermaatregelen op pagina 18 t/m 21 van het robuustheidsonderzoek. NRG zal alle geïdentificeerde maatregelen in de lijst moeten opnemen om daarna een weloverwogen afweging te kunnen maken van alle maatregelen.

Tenslotte kan, met het oog op de ENSREG-specificaties, geconcludeerd worden dat:

- de nucleaire installaties van en de organisatie van NRG zijn ingericht overeenkomstig de ontwerpeisen en derhalve voldoen aan de vergunning. Hierbij wordt opgemerkt dat (kleine) wijzigingen ten opzichte van het veiligheidsrapport zijn geconstateerd. NRG moet het veiligheidsrapport hier op aanpassen.
- De informatie van NRG met betrekking tot de robuustheid van de installaties in de behandelde scenario's is plausibel, maar de informatie kan verbeterd worden.

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.

KFD concludeert dat in het algemeen de ENSREG specificaties door NRG goed gevolgd zijn, maar er zijn de volgende onderwerpen niet of niet voldoende behandeld en verdienen de noodzakelijke (extra) aandacht door NRG:

- Er ontbreekt een studie naar de beheersing van langdurende ernstige ongevallen (eng. long term severe accident).
- De maatregelen (M), studies (S) en procedures (P) die door NRG zijn voorgesteld om het vermogen om ongevallen te bestrijden te verbeteren zien er goed uit. De KFD is grotendeels akkoord met de voorstellen. De voorstellen dienen te worden aangevuld in lijn met de door KFD uitgevoerde beoordeling, zoals die in dit rapport is opgenomen.
- NRG dient een duidelijke opleidingsstrategie en -programma voor personeel en staf te maken voor het handelen bij ernstige ongevallen.

- Het huidige NRG bedrijfsnoodplan dient te worden aangevuld met scenario's van ongevallen die worden veroorzaakt door externe gebeurtenissen zoals overstroming, aardbeving etc.
- NRG moet onderzoek doen naar de noodzakelijke mobiele apparatuur zowel van binnen als van buiten de inrichting en welke voorwaarden nodig zijn om betreffende apparatuur betrouwbaar in te zetten.
- De overeenkomsten met organisaties die technische steun verlenen bij de beheersing van ongevallen moeten uitgewerkt zijn in contracten, waarin onder andere duidelijke werkafspraken moeten worden vastgelegd.
- Instrumentatie die nodig is voor de beheersing van ernstige ongevallen bij HFR moet opnieuw worden getoetst aan de functionaliteit onder dergelijke situaties.
- NRG moet haar communicatiemogelijkheden en -middelen die ze zou moeten gebruiken ingeval van ernstige ongevallen evalueren en verbeteren.
- Er moet geëvalueerd worden of de beschikbaarheid van meetapparatuur (evenals de bescherming van de meetapparatuur) voor het monitoren van radioactieve emissies bij de beheersing van ernstige ongevallen voldoende is.
- Het overzicht van mogelijke aanwezige middelen bij de verschillende installaties van de OLP voor de beheersing van een ernstig ongeval moet worden onderzocht en een strategie voor het gebruik van deze middelen moet worden voorbereid.
- Herzien dient te worden of de situaties met de verminderde toegankelijkheid van de site, met verminderd ERO¹⁴ personeel en met de verminderd beschikbaarheid van instrumentatie afdoende zijn.
- De grootste lozing kan plaats vinden via het primair pompgebouw (maatscenario HFR-3) en via het ventilatiesysteem en de ventilatieschacht (maatscenario HFR-1). Daarom moet extra aandacht worden besteed aan de integriteit van het primaire pompgebouw en het ventilatiesysteem.

2.7 Vereiste 7: Andere extreme gevaren (aanvullende eis van de Nederlandse overheid)

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

- Interne explosie
- Externe explosie, waaronder een zinkend schip met explosie en een resulterende vloedgolf
- 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 overstroming
- Blokkade van de koelwaterinlaat

KFD concludeert dat:

- De invulling die NRG aan dit hoofdstuk heeft gegeven is summier en de analyses zijn beperkt. Er wordt in de meeste gevallen niet gekeken naar het effect van een incident

¹⁴ ERO: Noodorganisatie (Emergency Response Organisation)

van toenemende gradatie op de installaties van NRG. Niet altijd worden alle relevante aspecten die bij incidenten kunnen optreden gezien; aanbevelingen worden slechts in beperkte mate gedaan. Er is vooral gekeken naar de effecten op de installaties en in mindere mate naar de effecten op het personeel. Er is een aanvullende studie uit te voeren met betrekking tot de dreigingen van ongevallen ten gevolge van menselijk handelen en andere oorzaken, zoals in dit hoofdstuk behandeld.

- Diverse maatregelen naar aanleiding van de brandanalyse zijn niet gedocumenteerd. Dit betekent dat maatregelen niet in procedures zijn vastgelegd en dat het personeel niet getraind is om de maatregelen uit te voeren. KFD vindt het noodzakelijk dat NRG met betrekking tot de noodzakelijke maatregelen procedures vaststelt en zorgt dat het personeel getraind is.
- In de beschrijving van brandscenario's wordt marginaal en niet methodisch beschreven wanneer installaties/installatieonderdelen falen en wat daarvan gevolgen zijn. Ter zake worden geen verdere aanbevelingen gedaan.
- NRG geeft aan de brandanalyse van de HFR te zullen updaten (maatregel S20). Dit moet niet alleen een update zijn maar een brandanalyse vanuit het perspectief van de uitgangspunten van de stresstest.
- Veiligheidsmarges voor externe gevaren zijn niet aangegeven.
- Er is geen speciale aandacht gegeven aan interne brand ten gevolge van elektrisch aangedreven apparatuur.
- Er wordt onvoldoende aandacht gegeven aan het optreden van en de gevolgen van explosies binnen de inrichting, maar buiten de gebouwen.
- Het verlies van externe netverbinding is volgens NRG niet mogelijk omdat de kabels onder de grond lopen. NRG moet alsnog het scenario analyseren van verlies van externe netverbinding door graafwerkzaamheden.
- Bij het onderwerp internal flooding wordt niet ingegaan op het mogelijk optreden van kortsluiting en de mogelijk als hiervan optredende gevolgen (b.v. brand). Evenmin wordt ingegaan op het preventief waterdicht uitvoeren van apparatuur.

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. De nummering die in de ENSREG eisen is gebruikt, wordt eveneens hieronder gehanteerd. Het rapport wijkt op enkele plekken af van de ENSREG nummering. De opmerkingen van de KFD zijn bij de relevante eisen gezet.

Daar waar aanvullende acties door NRG moeten worden genomen is dit aangegeven met een 'A'. De ENSREG eisen zijn in normaal lettertype weergegeven.

De opmerkingen van de KFD zijn schuin gedrukt.

	1. Algemene informatie over de locatie/installatie
	<p>1.1 Korte beschrijving van de karakteristieken van de locatie</p> <ul style="list-style-type: none"> • locatie (zee, rivier) • aantal eenheden • vergunninghouder
	<i>Er is niet voldoende kwantitatief onderbouwd waarom gebouw 15 in de analyse niet wordt beschouwd.</i>
	<p>1.2 Belangrijkste kenmerken van de nucleaire installaties</p> <ul style="list-style-type: none"> • reactor type • thermisch vermogen • datum van eerste kritikaliteit • bestaande opslag voor bestraalde splijtstof (of gedeelde opslag)
	<i>De beschrijvingen zijn in lijn met de ENSREG-vereisten</i>
	<p>1.3 Systemen voor het leveren of ondersteunen van de belangrijkste veiligheidsfuncties 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><i>In het rapport wordt aangegeven dat er voor de noodstroomcentrale ook gebruikt gemaakt kan worden van onder andere een mobiele dieseltank van DWT. De tank heeft een elektrische pomp met een normale 230 V stekker. Niet duidelijk is of deze kan worden aangesloten.</i></p> <p><i>In het rapport wordt aangegeven dat elke noodstroomdiesel een eigen dagtank heeft. Dit is ook zo. Deze situatie is een verbetering t.o.v. de beschrijving in het veiligheidsrapport.</i></p>
	<p>1.3.1 Reactiviteitsbeheersing Systemen die bestemd zijn om onderkritikaliteit van de reactorkern in alle afschakelcondities te waarborgen evenals de onderkritikaliteit 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>
	<i>In het rapport wordt aangegeven dat NRG beschikt over een alternatief reactor shutdown systeem (Cadmium-platen) om de stroom aan neutronen te minimaliseren en het splijtingsproces te stoppen. Dit systeem is echter nog niet operationeel. In de laatste correspondentie van NRG uit april 2012 wordt aangegeven dat dit systeem op 31</i>

	<i>oktober 2012 operationeel zal zijn.</i>
	1.3.2. Warmteoverdracht van reactor naar de ultieme 'heat sink' ¹⁵
	1.3.2.1. 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.
	1.3.2.2. Ontwerp van de warmteoverdrachtsketens en de bescherming tegen interne/externe gebeurtenissen: loop van de redundante en diversitaire warmteoverdrachtsleidingen en de locatie van de belangrijkste apparatuur. Fysieke bescherming van de apparatuur tegen interne en externe bedreigingen.
	1.3.2.3. Mogelijke beperkingen in tijd voor de beschikbaarheid van verschillende warmteoverdrachtsketens en mogelijkheden om hun bedrijfstijd door externe maatregelen (bijv. het opraken van opslagwater en mogelijkheden om dit bij te vullen) te verlengen.
	<i>De convectieafsluiters in de HFR worden bediend door middel van een sleutelprocedure. Nadat deze is doorlopen kunnen de afsluiters worden geopend. Hiervoor is in het meest ongunstige geval voldoende tijd (twee uur) beschikbaar.</i>
	1.3.2.4. 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).
	1.3.2.5. Noodzaak en behoefte aan koelingsystemen die tot een zekere warmteoverdrachtsketen behoort; speciale aandacht zal gegeven moeten worden aan het verifiëren of de alternatieve warmteoverdrachtsketens (bijv. luchtcooling, koeling met water van alternatieve bronnen, mogelijke beperkingen voor koelmiddelvoorziening) daadwerkelijk diversitair zijn.
	1.3.3. Warmteoverdracht van het splijtstofopslagbassin naar de ultieme 'heat sink'
	1.3.3.1. Alle bestaande warmteoverdrachtsmiddelen / -ketens van het splijtstofbassin naar de primaire 'heat sink' (bijv. zeewater) en naar de secundaire 'heat sink' (bijv. atmosfeer of regionale verwarmingssysteem).
	1.3.3.2. Informatie over ontwerp, fysieke bescherming, beperkingen in gebruikstijd, voedingsbronnen en de koeling van apparatuur net zoals onder 1.3.2.
	1.3.4. Warmteoverdracht van het reactor 'containment' ¹⁶ naar de ultieme 'heat sink'
	1.3.4.1. Alle bestaande manieren / ketens van warmteoverdracht van het 'containment' naar de primaire 'heat sink' (bijv. zeewater) en de secundaire 'heat sink' (bijv. atmosfeer).
	1.3.4.2. Informatie over ontwerp, fysieke bescherming, beperkingen in gebruikstijd, voedingsbronnen en de koeling van apparatuur net zoals onder 1.3.2.
	1.3.5. Wisselstroom voeding
	1.3.5.1. Externe voeding
	1.3.5.1.1. Informatie over de betrouwbaarheid van de externe voeding: Historische gegevens tenminste over stroomuitval en de duur daarvan gedurende de levensduur van de installatie.
	1.3.5.1.2. Verbindingen van de nucleaire installaties met externe elektriciteitsnetten: loop van transmissielijn en mogelijke aardkabels met hun verbindingpunten, fysieke

¹⁵ 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)

¹⁶ **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)

	bescherming en ontwerp tegen interne en externe gevaren.
A	<i>NRG heeft niet aangegeven of de verbindingen met de externe elektriciteitsnetten voldoende beschermd zijn tegen interne en externe gevaren. Deze analyse moet nog uitgevoerd worden. Hierbij moeten de gevaren van interne en externe graafwerkzaamheden in acht worden genomen.</i>
	1.3.5.2. Vermogensverdeling binnen de nucleaire installaties
	1.3.5.2.1. Hoofdbekabeling en stroomverdeling schakelborden
	1.3.5.2.2. Ontwerp, locatie en fysieke bescherming tegen interne en externe gevaren.
	<i>Behalve redundantie en fysieke scheiding zijn er geen specifieke beschermingen tegen interne en externe gevaren gespecificeerd.</i>
	1.3.5.3. Hoofdbron voor back-up stroomvoorziening binnen de inrichting.
	1.3.5.3.1. Bronnen binnen de inrichting die als eerste back-up dienen wanneer externe voeding is uitgevallen.
	1.3.5.3.2. Redundantie, scheiding van redundante bronnen door constructies of afstand en hun fysieke bescherming tegen interne en externe gevaren.
	<i>Er ontbreekt een beschrijving van de bescherming tegen interne en externe gevaren. Er is geen redundantie voor de K2R rail. Deze rail staat op rail C die gevoed wordt door diesel C. Als diesel C faalt dan wordt rail C niet meer gevoed en dus K2R rail ook niet. Op K2R rail zit één van de twee nakoelpompen. De redundantie van de verschillende systemen is summier beschreven.</i>
	1.3.5.3.3. Beperkingen in tijd voor de beschikbaarheid van deze bronnen en externe maatregelen om de gebruiktijd te verlengen (bijv. capaciteit brandstoftank)
	<i>Er worden draaitijden genoemd voor de drie noodstroomdiesels maar in het rapport is niet duidelijk aangegeven hoe NRG aan deze tijden komt. NRG heeft hierover aan KFD aanvullende en duidelijke informatie verstrekt. De beschrijving van de beschikbaarheid van de bronnen is echter niet volledig. Met name de stand by-tijden als functie van het beschikbare noodstroomvermogen (diesels kunnen uitvallen) rekening houdende met de verdeling van vermogen over de installaties op de OLP wordt gemist. Voor het opvangen van een dieselte kort zijn interne maatregelen beschreven geen externe. NRG geeft aan dat voor de ondergrondse voorraadtank (10m³) bij een inhoud van 4 m³ opdracht wordt gegeven aan een oliemaatschappij om de tank te komen vullen. Hiervoor zijn geen procedures. Dus het is niet duidelijk hoe dit gebeurt. Ook is niet duidelijk waarom NRG er voor kiest om pas opdracht te geven bij een inhoud van 4m³. NRG heeft maatregel P3 geformuleerd om de continu aanwezige voorraad diesel op te hogen.</i>
	1.3.5.4. Diversitaire, permanent geïnstalleerde bronnen voor back-up stroomvoorziening binnen de inrichting.
	1.3.5.4.1. 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).
	1.3.5.4.2. Informatie over locatie, fysieke bescherming en beperkingen in gebruikstijd net zoals onder 1.3.5.3.
	1.3.5.5. 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>Door NRG is het noodstroomnet globaal beschreven. Daarnaast noemt NRG enkele andere interne voorzieningen maar de inzetbaarheid van deze voorzieningen is niet geëvalueerd. Externe bronnen zijn niet voorzien.</i>
	1.3.5.5.1. Potentieel beschikbare specifieke verbindingen met naastgelegen eenheden of met andere nabijgelegen energiecentrales.
	1.3.5.5.2. Mogelijkheden om verplaatsbare voedingsbronnen aan te sluiten om bepaalde veiligheidssystemen te voeden.
	1.3.5.5.3. Informatie over elke voedingsbron: vermogenscapaciteit, voltage en andere relevante beperkingen.
	1.3.5.5.4. 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.
A	<i>Hier ontbreekt in het rapport een beschrijving van de noodzakelijke voorbereidingen om alternatieve voedingsbronnen aan te sluiten. Hiervoor is een aanvullende beschrijving noodzakelijk. NRG moet onderzoeken welke interne en externe bronnen beschikbaar en/of noodzakelijk zijn en moet procedures opstellen om deze bronnen te kunnen toepassen.</i>
	1.3.6. Accu's (batterijen)
	1.3.6.1. 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.
	<i>De batterijen van de VZO's en NV's worden genoemd maar er is niet beschreven welke bronnen ze allemaal bedienen. KFD heeft systeemtekeningen en elektrische schema's ontvangen waaruit deze informatie gehaald kan worden.</i>
	1.3.6.2. Afnemers die door elke accubatterij worden bediend: klepaandrijvingen, controlesystemen, meetapparatuur etc.
	1.3.6.3. Fysieke locatie en scheiding van de accubatterijen en hun bescherming tegen interne en externe gevaren.
	<i>Behalve de locatie en de ruimtelijke scheiding is de bescherming tegen interne en externe gevaren niet beschreven.</i>
	1.3.6.4. Alternatieve mogelijkheden om elke accubatterij op te laden.
	1.4 Belangrijke verschillen tussen eenheden Deze sectie is alleen relevant voor locaties met meerdere eenheden van een zelfde type. In geval een locatie eenheden van verschillend ontwerp heeft (bijv. drukwater- en kokendwaterreactoren of centrales van verschillende generatie), wordt ontwerpinformatie van elke eenheid afzonderlijk gepresenteerd.
	1.5 Omvang en belangrijkste resultaten van de Probabilistische risicobeoordeling (PSA) 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 risicobijdrages 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.

	<h2>2. Aardbevingen</h2> <p>Zowel de reactor, het splijtstofopslagbassin als de opslag van bestraalde splijtstof binnen de inrichting en de andere nucleaire installaties moeten in ogenschouw genomen worden.</p>
	2.1 Ontwerpbasis
	2.1.1 Aardbeving waartegen de nucleaire installaties zijn ontworpen
	<p>2.1.1.1 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.</p>
	<p><i>Tijdens de bouw van de nucleaire installaties is er geen 'Design Basis Earthquake' (DBE) gedefinieerd. In 1994 is een eerste DBE bepaald voor de HFR. In de periode 1994-1998 is er nieuwe informatie beschikbaar gekomen, met name op het gebied van geïnduceerde aardbevingen. (veroorzaakt door gaswinning in de nabijheid van de locatie). Dit heeft geleid tot een hernieuwde DBE. De juistheid van de DBE is in 2006 bevestigd door het KNMI. Vanwege het feit dat de verschillende nucleaire installaties dichtbij elkaar liggen, is de DBE die voor de HFR is bepaald ook toepasbaar op de overige nucleaire installaties.</i></p>
	<p>2.1.1.2 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</p>
	<p><i>Er worden in het rapport geen uitspraken gedaan over de frequentie van optreden van de DBE. Met name op het gebied van geïnduceerde aardbevingen is slechts beperkt historische informatie beschikbaar over terugkeerfrequentie (periode van ongeveer 20 jaar).</i></p>
	<p>2.1.1.3 Conclusie over de geschiktheid van de ontwerpaardbeving Herbeoordeling van de juistheid van eerdere informatie, gebruik makend van kennis over de huidige stand der techniek.</p>
A	<p><i>De ervaringen met en onderzoeken naar geïnduceerde aardbevingen zijn relatief recent (laatste 20 jaar). Exacte uitspraken over frequentie van voorkomen en zwaarte zijn dan ook lastig te maken. Om deze onzekerheden verder te verkleinen zijn de volgende maatregelen van belang:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Instellen registratiesysteem (genoemd als maatregel M1) - Verder onderzoek en evaluatie van de Design Basis (aangekondigde studies S1 en S2); aanbevolen wordt eventuele toekomstige ontwikkelingen rond gaswinning en/of CO₂-opslag in de nabijheid van de centrale mee te nemen. <p><i>Zie ook onder 2.1.1</i></p>
	2.1.2 Voorzieningen om de nucleaire installaties tegen de ontwerpaardbeving te beschermen
	<p>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.</p>

A	<p><i>Voor alle gebouwen die voor 1990 zijn gebouwd, zijn ten tijde van ontwerp en bouw geen seismische eisen opgelegd. Het MPF-gebouw (gebouwd in 1994) is het eerste gebouw waarbij wel seismische eisen in het ontwerp zijn meegenomen.</i></p> <p><i>Om de bestendigheid tegen aardbevingen aan te tonen is gebruikt gemaakt van bouwnormen uit de TGB 1990 (NEN 6702). Er is geen gebruik gemaakt van specifieke internationale nucleaire 'Safety standards'. Verder is de robuustheid van de gebouwen van voor 1990 beoordeeld via 'seismic walkdowns' die in de periode 1998-2010 voor de verschillende gebouwen zijn uitgevoerd. Alleen voor de DWT is geen 'walkdown' uitgevoerd. Voor de uitvoering van deze 'walkdowns' is gebruik gemaakt van de IAEA-safety series (zoals 50-SG-D15). In hoeverre hierbij gebruik is gemaakt van bestaande methodes voor deze 'walkdowns' (zoals de EPRI-NP-6041; A methodology for assessment of Nuclear Power Plant seismic margin) is onduidelijk.</i></p> <p><u><i>Voor wat betreft seismische kwalificatie worden de volgende zaken geconstateerd:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>-De regelkamer van de HFR is niet seismisch gekwalificeerd. Beschikbaarheid hiervan na een aardbeving is niet gegarandeerd.</i> <i>-De onderdruk in de verschillende gebouwen op de locatie is een barrière om de insluiting van radioactiviteit te garanderen. De onderdruk wordt gehandhaafd door het ventilatiesysteem. Alleen in de HFR is dit systeem seismisch gekwalificeerd. Dit houdt in dat in geval van een aardbeving groter dan de DBE, de onderdruk in de overige gebouwen niet gegarandeerd kan worden.</i> <i>-De kwalificatie van verbindingselementen (deuvelverbindingen, verankeringen etc.) voor dynamische lasten is niet aangetoond. De blusmiddelen in de verschillende installaties (zowel via vaste blussystemen als handmatig) zijn niet seismisch gekwalificeerd. Deze zijn beoordeeld via de 'seismic walkdowns'.</i> <p><i>De KFD acht het noodzakelijk dat NRG de evaluatie van deze onderdelen en systemen en mogelijke kwalificatie mee neemt in de aangekondigde studies op dit vlak (S3 en S4).</i></p>
	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 overstrooming in gevaar brengen.
A	<p><i>Niet alle interne waterleidingen (incl. ondersteuning en verankeringen) binnen de verschillende installaties zijn seismisch gekwalificeerd. Deze leidingen zijn wel meegenomen in de 'seismic walkdowns'. Onduidelijk is wat mogelijke gevolgen van een aardbeving op deze leidingen en hun ondersteuning en verankeringen zijn. NRG moet dit nog onderzoeken.</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.
A	<i>Beschikbaarheid van het noodstroomgebouw na een DBE is aangetoond via 'seismic walkdowns'. Onduidelijk is in hoeverre de ondergrondse dieseltank direct buiten dit gebouw tegen aardbevingen bestand is. Hier moet in een studie aandacht aan besteed worden.</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)
	<i>De mogelijkheid op liquefactie is zowel onderzocht voor natuurlijke aardbevingen (de KTA is hiervoor gebruikt) als voor geïnduceerde aardbevingen (via een specifieke aanpak). Uitkomst is dat liquefactie geen probleem vormt op de locatie. Meer aandacht voor dit onderwerp ('soil-structure interaction') is aangekondigd in de evaluatie van de DBE (Studie S1 en S2)</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.
	<i>De robuustheid van het 'as-built' ontwerp is bepaald door herevaluatie van de verschillende nucleaire installaties. Dit is met name gebeurd door 'seismic walkdowns' in de periode 1998-2010. Om een volledig en actueel beeld te krijgen van de robuustheid van het 'as-built' ontwerp, is het nodig een seismische evaluatie van de DBE uit te voeren (al aangekondigd als studie S1) en de nucleaire installaties opnieuw te beoordelen met deze actuele inzichten. Voor het DWT-gebouw is nog niet eerder een 'seismic walkdown' uitgevoerd.</i>
	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.
	2.2. Evaluatie van de veiligheidsmarges
	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.
	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>Voor de reactorbol van de HFR is de seismische marge gekwantificeerd. Tabel 2-4 geeft de marges van een aantal andere constructies, systemen en componenten. Deze marges zijn met name gebaseerd op conventionele, civieltechnische codes. Verder onderzoek is nodig om de seismische marges nauwkeuriger en uitgebreider te kwantificeren. In de aangekondigde studies S1 t/m S4 zal hier aandacht aan besteed moeten worden.</i>
	2.2.3. Aardbeving die de ontwerp-aardbeving voor de nucleaire installaties overschrijdt en zorgt voor een overstroming die de ontwerp-overstroming 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 overstrooming 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.
A	<i>Tabel 2-4 geeft de seismische marges van een aantal gebouwen en constructies. Dit is echter geen complete lijst. Alleen voor het reactorgebouw, het primaire pompgebouw en het MPF-gebouw worden de marges beschreven. Voor de overige gebouwen is geen seismische marge bekend. De robuustheid van die gebouwen is gebaseerd op 'seismic walkdowns'. Verder onderzoek is nodig om de seismische marges nauwkeuriger en uitgebreider te kwantificeren. In de aangekondigde studies S1 t/m S4 zal hier aandacht aan besteed moeten worden.</i>
	<i>Als concrete maatregel om de robuustheid van de installatie te verhogen, wordt de installatie van een seismisch monitoringsysteem genoemd.</i>

	<h3>3. Overstroming</h3> <p>Zowel de reactor, het splijststofopslagbassin als de opslag van bestraalde splijststof binnen de inrichting en de andere nucleaire installaties moeten in ogenschouw genomen worden.</p>
	3.1. Ontwerpbasis
	3.1.1. Overstroming waartegen de nucleaire installaties zijn ontworpen
	<p>3.1.1.1 Kenmerken van de ontwerpoverstroming (DBF)</p> <p>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>3.1.1.2 Methodologie die is gebruikt om de ontwerpoverstroming te evalueren.</p> <p>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>
	3.1.1.3 Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen externe overstroming
A	<p><i>Er is geen 'Design Basis Flood' (DBF) gedefinieerd. De bescherming van de installaties tegen overstroming is gebaseerd op de beschermende werking van de duinen die zowel aan de zee- als aan de landzijde de locatie omsluiten. Om de overschrijdingskans voor overstromingen beter in beeld te krijgen is een ontwerpbasis inclusief overstromingsanalyse noodzakelijk. Op basis van deze ontwerpbasis kunnen eventuele maatregelen met betrekking tot overstromingen geformuleerd worden.</i></p>
	<p>3.1.2. Schatting van de veiligheidsmarge tegen overstroming</p> <p>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 splijststof naar de ultieme 'heat sink' ernstig in gevaar brengt. Maatregelen om de nucleaire installaties tegen de ontwerpoverstroming te beschermen.</p>
	3.1.2.1 Identificatie van de systemen, constructies en componenten (SSC) die nodig zijn voor een veilige afschakeling en die het meest in gevaar worden gebracht wanneer de overstroming toeneemt.
	3.1.2.2 Belangrijkste ontwerp- en constructievoorzieningen om de invloed van overstroming op de nucleaire installaties te voorkomen
	<p><i>De OLP wordt beschermd tegen overstromingen door de duinen. De duinen in Nederland bieden een beschermingsregime met een faalkans van eens per 10.000 jaar. De OLP wordt beschermd door twee duinenrijen. Hiermee zou volgens NRG de faalkans veel kleiner zijn dan eens per 10.000 jaar, waarbij onduidelijk is wat de precieze faalkans is qua frequentie en omstandigheden van voorkomen.</i></p> <p><i>Bij geen van de gebouwen zijn specifieke ontwerpmaatregelen genomen (anders dan normale bouwvoorzieningen) om het eventuele instromen van water tegen te gaan. Alleen de HFR is waterdicht gemaakt.</i></p>
	3.1.2.3 Belangrijkste operationele voorzieningen om de invloed van overstroming op de nucleaire installaties te voorkomen.
	3.1.2.4 Situatie buiten de nucleaire installaties, inclusief het beletten of vertragen van de toegang van personeel en uitrusting tot de locatie.
	3.1.3. Toereikendheid van de nucleaire installaties met hun huidige vergunningsbasis
	3.1.3.1 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.
	3.1.3.2 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.
A	<i>In geval van een waterhoogte van 4,1 meter boven NAP zullen de noodgeneratoren falen. Onduidelijk is of de voeding van de dieselgeneratoren vanuit de dieselveorraadtank bij kleinere waterhoogte gegarandeerd is. Er is geen formele procedure voor het bestellen van diesel om de voorraadtank aan te vullen. Als het achterland overstroomd is, lijkt de levering van diesel onmogelijk vanwege onbereikbaarheid van de inrichting. (zie ook hoofdstuk 5 voor verdere opmerkingen over de noodstroomvoorziening)</i>
	3.1.3.3 Potentiële afwijkingen van de vergunningsbasis en acties om die afwijkingen te adresseren.
	3.2. Overstromingsbronnen (ingevoegd; extra tov ENSREG)
A	<i>Op basis van bestaande studies wordt een maximale tsunami van 1,4 meter verondersteld. Dit geeft geen specifieke risico's op overstroming van de inrichting. Het eventuele voorkomen van een tsunami moet onderdeel uitmaken van de ontwerpoverstroming en analyse (zie 3.1.1.3).</i>
	3.3. Evaluatie van de veiligheidsmarges
	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>Voor de verschillende gebouwen op de locatie zijn verschillende 'cliff-edges' vastgesteld.</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.
A	<i>NRG dient te onderzoeken of procedures op het gebied van de gevolgen van overstromingen moeten worden aangepast (P1). De gevolgen van hevige regenval zullen hier onderdeel van uit moeten maken. (zie ook de opmerkingen onder hoofdstuk 4).</i>
A	<i>In studie S6 is aangekondigd het lekdicht maken van de doorgangen van de kabelgoot tussen primair pompgebouw en reactorgebouw te bestuderen. Het is nodig deze studie breder op te zetten naar het algehele verbeteren van lekdichtheid binnen de verschillende installaties en waarborgen van de functionaliteit (bv. d.m.v. In-service-Inspection).</i>

	4. Extreme weersomstandigheden
	4.1. Ontwerpbasis
	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.
	<i>Op basis van de bouwregels ten tijde van de bouw zijn de gebouwen tegen een aantal extreme weersomstandigheden ontworpen. Maar voor de meeste extreme weersomstandigheden zijn geen specifieke ontwerpbases geformuleerd. Verder zijn niet van alle gebouwen de specifieke gegevens bekend. Voor deze gebouwen zijn 'engineering judgement' en bekende gegevens van vergelijkbare gebouwen op de locatie gebruikt.</i>
	4.1.1.2 Veronderstelling van de juiste specificaties voor extreme weersomstandigheden als de originele ontwerpbasis deze niet bevat.
	4.1.1.3 Beoordeling van de verwachte frequentie van de origineel veronderstelde of de hergedefinieerde basisontwerpcondities.
	<i>Het grootste sneeuwlaag gevallen in Nederland die ooit is gemeten is 59 cm. Dit resulteert in een last van 60 kg/m² (gebaseerd op de dichtheid van verse sneeuw). Verder is arbitrair een maximale last van 80 kg/m² aangenomen. Gebaseerd op de dichtheid van verse sneeuw correspondeert dit met een sneeuwhoogte van 80 cm. Volgens gegevens van het KNMI heeft dit een frequentie van eens per 500.000 jaar. Het JGL, delen van de DWT en delen van de ECC zijn niet bestand tegen deze last (zowel niet van 60 kg/m² als van 80 kg/m²)</i>
	4.1.1.4 Overweging van potentiële combinaties van weersomstandigheden.
	<i>Verskillende mogelijke combinaties van extreem weer zijn beoordeeld.</i>
	4.1.1.5 Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen extreme weersomstandigheden
	<i>Niet van alle gebouwen zijn gegevens van ontwerp en bouw bekend. De beoordeling van de bescherming van deze gebouwen is gebaseerd op kennis van vergelijkbare gebouwen op de inrichting en van 'engineering judgement'.</i>
	4.2. Evaluatie van de veiligheidsmarges
	4.2.1. Schatting van de veiligheidsmarges tegen extreme weersomstandigheden 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'. 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.

A	<p><i>Niet alle gebouwen beschikken over marges tegen de meest extreme weersomstandigheden. Op het gebied van sneeuwval beschikken de meeste gebouwen over een positieve marge, echter niet alle (zie ook 4.1.1.3). Voor extreme regenval en extreme wind geldt dat geen van de gebouwen (op het reactorgebouw na) positieve marges heeft. Dit betekent dat in geval van de meest extreme weersomstandigheden de daken de last niet kunnen dragen. Om eventuele gevolgen van extreme weersomstandigheden op de installaties te beoordelen, is een studie noodzakelijk. Hierin zal ondermeer aandacht gegeven moeten worden aan de vraag tegen welke windlast de gebouwen bestand zijn en met welke frequentie deze omstandigheden verwacht kunnen worden. Ook moet de studie meer inzicht geven in eventuele gevolgen van de sneeuw- en waterlast. Eventuele maatregelen zullen daaruit afgeleid moeten worden.</i></p>
A	<p><i>Om accumulatie van water op daken tegen te gaan, zijn waterafvoeren geïnstalleerd. Het aantal is voldoende om regenwater af te voeren. Alleen in geval alle drainages gelijktijdig verstopt zijn, kan water accumuleren tot ongewenste hoogte. Operators ondernemen actie in gevallen waarin dit nodig wordt geacht. Er bestaan echter geen formele procedures. Hiervoor dient NRG procedures op te stellen (zie ook 4.2.2.)</i></p>
	<p>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.</p>
A	<p><i>Er zijn geen formele procedures voor het omgaan met extreme weersomstandigheden (bijvoorbeeld voor het tegengaan van verstopte drainage of het vrijmaken van de luchtinlaat van het luchtbehandelinggebouw bij sneeuw en wind). Er wordt actie ondernomen indien dit nodig wordt geacht. Het is noodzakelijk formele procedures voor het omgaan met extreme weersomstandigheden op te stellen. NRG moet nagaan of bouwkundige aanpassingen mogelijk zijn die eventuele cumulatie van water op de daken kan tegengaan.</i></p>
A	<p><i>Om meer duidelijkheid om het gebied van de robuustheid van de installaties tegen extreme weersomstandigheden te krijgen wordt een studie aangekondigd (S7). In deze studie moet NRG de opmerkingen van de KFD onder 4.2.1 mee nemen.</i></p>

	<p>5. Verlies van elektrische voeding en uitval van koeling</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 daarentegen moet de focus leggen op verzachtende maatregelen, i.e. de acties die genomen moeten worden na zware schade aan de reactor of splijtstofschade om het grootschalig vrijkomen van radioactiviteit te voorkomen.</p>
	5.1 Hoge Flux Reactor
	<p>5.1.1 Verlies van elektrische voeding</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>
A	<p><i>NRG beschrijft de mogelijkheid om over te schakelen naar de redundante 10 kV lijn binnen 4 uur. Deze overschakeling wordt uitgevoerd door het personeel van de netbeheerder LIANDER. KFD concludeert dat er voor deze mogelijkheid geen credits kunnen worden gegeven in het geval van externe gebeurtenissen.</i></p> <p><i>Het overschakelen op noodstroomdiesel B (of C) bij het falen van noodstroomdiesel A leidt tot falen van ventilatie en radiologische monitoren van overige faciliteiten. Navraag bij NRG heeft uitgewezen dat hiervoor geen eenduidige procedure bestaat. Er dient een procedure met duidelijke criteria ontwikkeld te worden waarin deze overschakelingen vastgelegd worden. Hierbij dient tevens rekening gehouden te worden met de installaties van de andere vergunninghouders op de OLP.</i></p>
	5.1.1.1.1 Ontwerpvoorzieningen die rekening houden met deze situatie: voorziene 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.
A	<p><i>Uit de notitie 25199/12.113984 S&P/Gue dd 19 april 2012 blijkt dat de voorraad dieseltank continu de dagtanken van de noodstroomdiesels A, B en C bijvult. Onduidelijk is in hoeverre dit vulsysteem robuust is tegen externe gebeurtenissen.</i></p> <p><i>De KFD acht het noodzakelijk dat NRG procedures ontwikkelt met duidelijke criteria om brandstofbesparende maatregelen uit te kunnen voeren m.b.t. de noodstroomdiesels (zie ook opmerking onder 5.1.1.1)</i></p> <p><i>Voorzieningen voor de extra diesel voorraad (0,5- 3,5 m³), die bij DWT-WSF aanwezig is, zijn nog niet getroffen. Een verbeterplan om de 'run time' van de noodstroomdiesel te verhogen naar 72 uur dient uitgewerkt en uitgevoerd te worden.</i></p>

A	<i>Onduidelijk is of er voldoende smeerolie dan wel een betrouwbare startvoorziening aanwezig is voor de noodstroomdiesels. Navraag bij NRG heeft voorsnog onvoldoende duidelijkheid gegeven. NRG zal deze analyse uit moeten voeren.</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
A	<i>Een onderbouwing waarom de ontladingstijden van redundante batterij systemen bij elkaar kunnen worden opgeteld in een SBO situatie ontbreken. Diversiteit is niet aanwezig. NRG moet alternatieve mogelijkheden om de batterijen op te laden evalueren.</i>
	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
	<i>Volgens hoofdstuk 5 pag 205 faalt tijdens een SBO2 alle AC stroom inclusief de batterijen. Dit betekent dat alleen de 110 VDC batterijen nog stroom kunnen leveren.</i>
	5.1.1.3.2 Voorziene acties om uitzonderlijke wisselstroom voeding van verplaatsbare of toegewijde bronnen van buiten de inrichting te regelen
A	<i>Is niet aanwezig bij HFR of OLP. Voor de HFR zou een speciale externe voedingsbron zinnig kunnen zijn mits de afvoer van (verval) warmte ook gegarandeerd wordt. Een onderzoek hiernaar dient als studie opgenomen te worden.</i>
	5.1.1.3.3 Competentie van het wachtpersoneel 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.
	Zie 5.1.1.3.2
	5.1.1.3.4 Beschikbare tijd om voor wisselstroom voeding te zorgen en om de koeling van de kern en het splijtstofopslagbassin te herstellen voordat splijtstofschade optreedt: overweging van verscheidene voorbeelden van vertraging in tijd vanaf de reactor afschakeling en het verlies van normale kernkoelingsomstandigheden (bijv. start van waterverlies vanuit het primaire circuit)
A	<i>Het onderzoeksrapport is niet geheel in lijn met de ENSREG. Volgens het rapport faalt na 42 uur de noodstroomvoorziening in een LOOP situatie. Dit is gebaseerd op 37 uur voor noodstroomdiesel A plus 5 uur op noodstroomdiesel C indien laatstgenoemde tijdig wordt afgeschakeld. Afgezien dat er geen procedure is voor het afschakelen van noodstroomdiesel C in zo'n geval, zijn andere maatregelen al eerder noodzakelijk om de verval warmte van de kern van de HFR af te voeren. Dit doordat bij verlies van het externe net de warmteafvoer via het secundaire systeem faalt. Er is alsdan geen heat sink meer en dient men over te gaan op het afvoeren (dumpen) van de warmte naar het bassin. In het geval van een SBO2 situatie wordt onterecht credits gegeven aan het VZO batterij systeem. In SBO2 falen alle AC stromen inclusief de batterijen zoals op pag 205 van het rapport juist wordt genoemd. De 110 VDC batterijen zijn wel</i>

	<i>beschikbaar.</i>
	5.1.1.4. Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen het verlies van elektrische voeding.
	<i>NRG concludeert dat een verlies van de stroomvoorziening leidt tot een verlies van ultieme heat sink. Daarom dient LOOP gezamenlijk met LUHS (verlies van ultieme heat sink) te worden beschouwd.</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
A	<i>In het geval van LOOP verliest de HFR op $t = 0$ de primaire ultieme heat sink (cliff edge). Van de drie verbetermogelijkheden, die in 5.1.1.5 genoemd worden, wordt één verbetermaatregel overgenomen in de lijst van verbetermaatregelen op pagina 18 t/m 21 van het rapport. De andere mogelijkheden moeten daarin ook opgenomen worden.</i>
	5.1.2 Verlies van capaciteit vervalwarmteoverdracht / ultieme 'heat sink' 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.
A	<i>Bij uitval van de ultieme heat sink kan de vrijkomende vervalwarmte van de kern, de experimenten en de opgeslagen bestraalde splijtstof overgedragen worden aan het koelwater van het primaire systeem en/of aan het bassinwater. Dit leidt in eerste instantie tot opwarming van beide watervoorraden en in een later stadium tot verdamping van het bassinwater. In deze analyse heeft NRG zowel een conservatieve als een realistische schatting gedaan van de tijden die beschikbaar zijn voor er splijtstof droog komt te liggen met mogelijke splijtstofschade tot gevolg. Deze analyses zijn zowel voor een pas afgeschakelde kern in de reactor als voor een in het opslagbassin ontladen kern uitgevoerd. Daarmee heeft NRG de twee meest voorkomende bedrijfstoestanden geanalyseerd. Er is echter een derde bedrijfstoestand die niet geanalyseerd is. Dit betreft het zogenaamde "laag water". In deze situatie wordt een damwand geplaatst om het reactorbassin van de beide andere bassins te scheiden en wordt het waterniveau in het reactorbassin verlaagd om werkzaamheden aan de in-core experimenten en het reactordeksel uit te voeren. In deze bedrijfstoestand, die weliswaar van beperkte duur is en niet eerder dan een dag na afschakelen van de reactor plaatsvindt, is bij uitval van de ultieme heat sink slechts een zeer beperkte hoeveelheid water voor handen om de vervalwarmte van de kern af te voeren. NRG dient deze situatie te analyseren, alsmede de mogelijke herstelacties die nog beschikbaar zijn. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de combinaties van alle besproken situaties van uitval elektrische voeding en uitval ultieme heat sink.</i>
	5.1.2.1. 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>Het secundaire koelsysteem is de enige verbinding tussen de reactorsystemen en de ultieme heat sink en dit systeem heeft geen verbinding met het noodstroomsysteem.</i>

	5.1.2.2. Verlies van de primaire 'heat sink' (bijv. verlies van toegang tot koelwater vanuit de rivier, zee of meer, of verlies van de hoofdkoeltoren)
	5.1.2.2.1 Beschikbaarheid van een alternatieve 'heat sink', afhankelijkheid van de functies van andere reactoren binnen dezelfde inrichting.
A	<i>Hoewel de HFR niet over een alternatieve heat sink volgens de definitie van ENSREG beschikt, kan er wel langdurig gekoeld worden gezien de aanwezigheid van een grote hoeveelheid koelwater in het primaire systeem en vooral de bassins. Een belangrijke voorwaarde voor koeling met bassinwater is het creëren van een stromingspad tussen de reactor en het bassin. Het succesvol openen van de convectieafsluiters, wat momenteel alleen binnen het containment kan, speelt een cruciale rol in alle koelscenario's. NRG onderkent dit belang en heeft een maatregel geformuleerd (M8) om bediening van de afsluiters van buitenaf te realiseren. Gezien het belang van het gesloten zijn van de convectieafsluiters tijdens normaal bedrijf en tijdens een ongeval met verlies van primair koelmiddel zal dit een zorgvuldig ontworpen wijziging moeten zijn.</i>
	5.1.2.2.2 Mogelijke tijdsgewrichten voor de beschikbaarheid van een alternatieve 'heat sink' en mogelijkheden om de beschikbare tijd te vergroten.
	<i>Bij de verdamping van het koelwater uit de verschillende gescheiden bassins (stap 6 van scenario A: LUHS met volledig mengen van het water uit de verschillende bassins) wordt een beschikbaar volume van 35 m³ water in het reactorbassin genoemd. Met de door NRG gegeven getallen wordt echter een volume van 33,6 m³ berekend. Een mogelijke verklaring hiervoor is de inconsistentie tussen de hoogte-informatie in figuur 8-2 en het daarboven genoemde hoogteverschil tussen de bovenkant van de scheidingswanden in de bassins en de bovenkant van de splijtstof. NRG moet de inconsistentie verhelpen.</i>
	5.1.2.3. Verlies van de primaire 'heat sink' en de alternatieve 'heat sink'
	5.1.2.3.1 Voorziene externe acties om degradatie van de splijtstof te voorkomen.
	<i>NRG legt in 5.1.2.2.1 uit dat een formele alternatieve heat sink ontbreekt, maar dat koeling door met name het aanwezige bassinwater als een effectieve alternatieve koeling fungeert. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van mogelijke acties om extra water aan het bassin toe te voeren in het geval dat niet de volledige hoeveelheid water in het bassin aanwezig is. In deze beschouwing wordt aangenomen dat de integriteit van het bassin in geen geval aangetast is en de toevoer van water daarmee voldoende is om verdere koeling te garanderen. Met andere woorden: eenmaal aangevoerd water kan effectief gebruikt worden om de kern te koelen en zal niet voortijdig via bijvoorbeeld een lek in het bassin verdwijnen.</i> <i>Bij navraag verklaarde NRG dat de marge in de aardbevingsbestendigheid ten opzichte van de ontwerpaardbeving (DBE), de aluminium bekleding van het bassin en de mogelijkheid om het pooldrainsysteem met afsluitdeksels in het bassin af te sluiten in geval van afbreken van dit systeem voldoende zekerheid bieden om de mogelijkheid van grootschalige lekkage vanuit het bassin uit te sluiten.</i> <i>Ook noemt NRG een aantal mogelijke alternatieve waterbronnen, zoals wateraanvoer door de brandweer, herstel van de secundaire koeling met hulp van de brandweer of door koeling van de warmtewisselaar van het</i>

A	<i>bassinkoelwatersysteem vanuit het waterleidingnet. Bij al deze opties wordt niet aangegeven in hoeverre zo'n scenario realistisch is wat betreft het benodigde koelwaterdebiet. Di dient in een aanvullende studie vastgesteld te worden.</i>
	5.1.2.3.2 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 splijststofopslagbassin te herstellen voordat splijststofschaade optreedt: overweging van de verscheidene voorbeelden van vertraging in tijd tussen reactorafschakeling en verlies van de normale koelcondities van de kern en het splijststofopslagbassin (bijv. start van waterverlies vanuit het primaire circuit)
	5.1.2.4. Conclusie over de geschiktheid van de bescherming tegen het verlies van de ultieme 'heat sink'
	<i>Gezien het ontbreken van de laagwateranalyse is deze conclusie mogelijk onvolledig.</i>
	5.1.2.5. Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties in geval van verlies van de ultieme 'heat sink' te vergroten.
A	<i>Drie van de voorgestelde maatregelen zijn niet opgenomen in de overzichtstabellen die in de samenvatting gegeven zijn. Het betreft alternatieve secundaire koeling van het bassinwater, een studie naar de mogelijkheid om warmte over te dragen vanuit het primaire systeem en het bassinkoelwatersysteem naar de omgeving door circulatie van het koelmiddel en koeling van de ruimtes waarin deze ongeïsoleerde systemen zich bevinden en de mogelijkheid van "feed and bleed" waarbij leidingwater aan het bassin wordt toegevoegd en opgewarmd bassinwater afgevoerd wordt naar de DWT. NRG dient de maatregellijst aan te vullen.</i>
	5.1.3. Verlies van de primaire 'heat sink' gecombineerd met totale stroomuitval (SBO) (zie de stresstest specificaties)
A	<i>NRG signaleert een mogelijk probleem met betrekking tot de integriteit van het Mykonos experiment wat mogelijk kan leiden tot splijststofschaade in het experiment en daarmee het vrijkomen van radioactieve stoffen. Een toelichting hierover ontbreekt: onder welke omstandigheden en na hoeveel tijd worden er problemen verwacht. Navraag bij NRG levert de bevestiging op dat met het Mykonos experiment mogelijk problemen kunnen ontstaan, maar er ontbreekt een verdere toelichting. Dit dient alsnog te gebeuren.</i>
	5.1.3.1. Tijd dat de inrichting autonoom kan werken voordat de normale koelingscondities van de kern en het splijststofopslagbassin (start van waterverlies vanuit het primaire circuit) verloren worden.
A	<i>In de tabellen 5-3 en 5-4 en de bijbehorende toelichtingen wordt voor zowel de LUHS-SBO1 als de LUHS-SBO2 situatie een extra koeloptie toegevoegd door injectie van 105 m³ water dat binnen de inrichting is opgeslagen. Hiermee wordt 330 uur extra koeltijd verkregen. Op pagina 226 wordt aangegeven dat zowel de deminwateropslag (45 m³) als de koelwateropslag (60 m³) met behulp van een pomp het bassin kunnen bijvullen. Verdamping van het bassinwater treedt bij LUHS-SBO1 en LUHS-SBO2 op na respectievelijk 60 en 56 uur. Tegen die tijd zijn de noodstroomdiesels bij SBO1 en de accu's bij SBO-2 niet meer operationeel. Onduidelijk is of er andere middelen zijn om de externe watervoorraad naar het bassin over te brengen. NRG dient dit toe te lichten.</i>
	5.1.3.2. Voorziene externe acties om degradatie van de splijststof 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
A	<i>In deze paragraaf wordt een verbetermaatregel genoemd om het secundaire koelwatersysteem te voorzien van noodstroom. Deze maatregel is over te nemen in de lijst van verbetermaatregelen op pagina 18/tm 22. Het bassinkoelwatersysteem staat volgens het rapport immers al op noodstroom, maar kan vanwege de uitval van het secundaire systeem niet de warmte afvoeren.</i>
	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.
A	<i>Bij de analyse van verlies van ultieme heat sink voor het splijtstofopslagbassin is uitgegaan van een situatie waarin een relatief vers ontladen kern (3 uur na afschakelen) in het splijtstofopslagbassin staat en het volledige volume water van alle drie de bassins beschikbaar is (m.u.v. het laatste verdampen dat alleen in het splijtstofopslagbassin plaatsvindt). Onduidelijk is of deze situatie conservatiever is dan de situatie van laag water, waarbij een damwand geplaatst is om het reactorbassin van de andere bassins af te scheiden (en er dus minder water beschikbaar is voor koeling) en een vijfde deel van de meest recente kern in het opslagbassin is geplaatst. Dit dient d.m.v. een nadere analyse vastgesteld te worden.</i>
	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 splijtstofschade 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'
	5.2.2.6 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.
	5.3. Aanvullende gevolgen
	<i>In deze paragraaf worden de twee ernstigste situaties behandeld om de gevolgen van splijtstofschade te kunnen beoordelen. NRG heeft de volgende situaties gekozen:</i> <i>1. Het ontbreken van geforceerde koeling in het primair systeem en het falen van de toevoer van bassinwater naar de reactor,</i>

	<p><i>2. Het niet aanvullen van het bassinwater.</i></p>
A	<p><i>Hierbij is geen rekening gehouden met de implicaties van het mogelijke laagwater scenario. Deze beschouwing is daardoor onvolledig en dient aangevuld te worden.</i></p> <p><i>In geval van het niet aanvullen van het bassinwater wordt aangegeven dat de bovenkant van de splijtstof droog valt als er 2,17 m water is verdampt ten opzichte van de bovenkant van de bassindeuren. Volgens de gegevens in figuur 8-2 is dat 2,07 m. Dit leidt tot een te verdampen volume van 33,6 m³ in plaats van 35 m³.</i></p>
	5.4. Andere NRG installaties op de OLP
	5.4.1. de nucleaire installaties
	5.4. 1.1. Hot Cell Laboratories
A	<p><i>In het geval van LOOP zijn de HFR en HCL-RL, DWT en WSF gezamenlijk afhankelijk van noodstroom rail A. Indien door storingen in het 10kV-net problemen ontstaan in de elektronica van HCL-RL , DWT of WSF kan dit de HFR beïnvloeden. NRG moet verbetermaatregelen onderzoeken en voorstellen.</i></p> <p><i>In het geval van een SBO situatie geldt voor het HCL-RL dat het ventilatiesysteem faalt. Er bestaat alsdan een kans van lekkage bij de opening van de ‘manipulators’. Tevens zijn de radioactiviteitsmetingen onbeschikbaar geworden doordat zowel het ventilatiesysteem als het monitoringsysteem door dezelfde noodstroom gevoed worden. Er is een uninterrupted power supply (UPS) beschikbaar gedurende 30 minuten.</i></p> <p><i>NRG moet nagaan of de stroomvoorziening voor het monitoringsysteem gedurende langere tijd gegarandeerd kan worden in een SBO situatie (uitgebreider dan bedoeld met maatregel S11).</i></p>
	5.4. 1.2 Molybdeen Productie Faciliteit
A	<p><i>In het geval van LOOP en uitval van noodstroomdiesel A, is de MPF alsdan in SBO situatie. In een SBO situatie geldt dat lekkage kan plaatsvinden bij de opening van de ‘manipulators’. Onduidelijk is hoe veel radioactiviteit alsdan geloosd wordt. Na 30 minuten (batterijen van de monitoringsystemen) is monitoring van de radioactiviteit niet meer mogelijk. De brandbeveiliging stopt in een SBO na 72 uur. NRG moet nagaan of de stroomvoorziening voor het monitoringsysteem gedurende langere tijd gegarandeerd kan worden in een SBO situatie (uitgebreider dan bedoeld met maatregel S11).</i></p>
	5.4. 1.3 Wast Storage Facility
A	<p><i>Tijdens LOOP voorziet de rail van noodstroomdiesel A het ventilatiesysteem, het filtersysteem en de radiologische metingen van het WSF van stroom. In het geval van SBO situatie is lekkage mogelijk aangezien een aantal vaten beschadigd zijn. Het monitoringsysteem is alsdan ook uitgevallen. Er is een UPS beschikbaar gedurende 30 minuten. NRG moet nagaan of de stroomvoorziening voor het monitoringsysteem gedurende langere tijd gegarandeerd kan worden in een SBO situatie (uitgebreider dan bedoeld met maatregel S11).</i></p>
	5.4. 1.4 Decontaminatie en Afval Behandelings faciliteit
A	<p><i>Tijdens LOOP voorziet de rail van noodstroomdiesel A het ventilatiesysteem, het filtersysteem en de radiologische metingen van het DWT van stroom. In het geval van SBO situatie is lekkage mogelijk indien vaten beschadigd zijn. Het</i></p>

	<i>monitoringsysteem is alsdan ook uitgevallen. Er is een UPS beschikbaar gedurende 30 minuten. NRG moet nagaan of de stroomvoorziening voor het monitoringsysteem gedurende langere tijd gegarandeerd kan worden in een SBO situatie (uitgebreider dan bedoeld met maatregel S11).</i>
	5.4. 1.5 Jaap Goedkoop laboratorium
A	<i>Tijdens LOOP worden de veiligheidssystemen voorzien van stroom door noodstroomdiesel B. In het geval van uitval van noodstroomdiesel A of een SBO situatie zou LU-177 kunnen vrijkomen indien ook de isolatie van de handschoenkasten falen. NRG concludeert dat hier geen probleem is. NRG moet mogelijkheden onderzoeken om in ieder geval de stroomvoorziening te waarborgen voor het monitoringsysteem in het geval van een SBO situatie (uitgebreider dan bedoeld met maatregel S11).</i>
	5.4. 1.6 NRG-RE
A	<i>Geen veiligheidsissue in het geval van SBO situatie indien de juiste handeling gedaan wordt. De juiste handeling is een common practice maar nog niet in een procedure gevat. NRG gaat dit in een procedure vatten.</i>
	5.4. 1.7 Low Flux Reactor
	<i>Geen veiligheidsprobleem. LFR is passief geïsoleerd.</i>
	5.4. 1.8 STEK Hall
A	<i>In deze opslagplaats staat radioactief afval dat naar de COVRA wordt afgevoerd. Het monitoringsysteem faalt in het geval van LOOP. NRG moet de stroomvoorziening in ieder geval voor het monitoringsysteem in het geval van een LOOP situatie waarborgen. Deze verbeteringsmaatregel is overgenomen in de tabel pag 18 t/m 22. Het betreft maatregel M9.</i>
	5.4.2 Overige NRG faciliteiten
	5.4.2.1 NRG Beveiliging
	5.4.2.1.1 Verlies van elektrisch vermogen
	5.4.2.2 NRG brandweer
	5.4.2.3 ECN 3 compressor
	<i>In het geval van LOOP en falen noodstroomdiesel A of een SBO situatie is het persluchtsysteem niet beschikbaar voor de HFR waardoor het aflezen van instrumentatie en de frisse luchtmaskers onbeschikbaar raken. Op de gevolgen hiervan wordt summier ingegaan. Dit dient nader uitgewerkt te worden.</i>
	5.2.2.6 de ultieme 'heat sink' te vergroten.
	5.4.3. Maatregelen die voorzien worden om de robuustheid van de nucleaire installaties in geval van verlies van elektrisch voeding te vergroten

	6. Beheersing van ernstige ongevallen
	6.1. Organisatie en regelingen van de vergunninghouder om ongevallen te beheersen 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 splijtstofschade gebracht kunnen worden tot aan ernstige ongevallen waarbij kernsmelt of schade aan de splijtstof in het splijtstofbassin optreedt.
	6.1.1. Organisatie van de vergunninghouder om ernstige ongevallen te beheersen
	6.1.1.1 Management van personeel en 'wacht' onder normale omstandigheden
	6.1.1.2 Plannen om de interne organisatie op het gebied van de beheersing van ernstige ongevallen te versterken
	<i>Voor verbetering van de organisatie voor de beheersing van ongevallen heeft NRG in het rapport een breed scala aan maatregelen (M), studies (S) en procedures (P) opgenomen.</i>
A	<i>Er ontbreekt een studie naar de beheersing van langdurende ernstige ongevallen (eng. long term severe accident).</i>
A	<i>Verder dient ten aanzien van de studie S16 ook de monitoring van de dosis voor het personeel te worden onderzocht voor ernstige ongevallen.</i>
	6.1.1.3 Maatregelen die genomen worden om een optimale interventie door het personeel mogelijk te maken.
	6.1.1.4 Gebruik van technische steun van buiten de inrichting voor de beheersing van ongevallen
A	<i>De overeenkomsten met organisaties die technische steun verlenen bij de beheersing van ongevallen moeten uitgewerkt zijn in contracten, waarin onder andere duidelijke werkafspraken moeten worden vastgelegd.</i>
A	<i>NRG moet het inschakelen van kennis van technisch externe organisaties voor de beheersing van ernstige ongevallen onderzoeken.</i>
	6.1.1.5 Procedures, training en oefeningen
A	<i>NRG dient een duidelijke opleidingsstrategie en -programma voor personeel en staf te maken voor het handelen bij ernstige ongevallen.</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>NRG moet onderzoek doen naar de noodzakelijke mobiele apparatuur zowel van binnen als van buiten de inrichting en welke voorwaarden nodig zijn om betreffende apparatuur betrouwbaar in te zetten.</i>
	6.1.2.2 Voorzieningen voor en beheer van voorraden (brandstof voor dieselgeneratoren, water etc.)
	6.1.2.3 Beheersing van vrijkomen van radioactiviteit, voorzieningen om dat te beperken
A	<i>De opslagcapaciteit voor radioactief besmet water in geval van een langdurend ernstig ongeval moet worden herzien.</i>
A	<i>Er moet geëvalueerd worden of de beschikbaarheid van meetapparatuur (evenals de bescherming van de meetapparatuur) voor het monitoren van radioactieve emissies bij de beheersing van ernstige ongevallen voldoende is.</i>
A	<i>NRG moet de extra emissie (bronterm) in het geval van een ernstig ongeval van radioactieve stoffen afkomstig van de opslag van bestraalde splijtstof en</i>

	<i>experimenten van de HFR herzien.</i>
	6.1.2.4 Communicatie en informatie systemen (intern en extern)
A	<i>In figuur 6.3. van het rapport is een overzicht gegeven van de kwetsbaarheid van communicatiemiddelen bij een ernstig ongeval. Uit dit overzicht blijkt dat er in die situaties weinig robuuste communicatiemogelijkheden zijn. NRG moet haar communicatiemogelijkheden en –middelen die ze zou moeten gebruiken ingeval van ernstige ongevallen evalueren en verbeteren. NRG heeft hiervoor de maatregelen M3 en M15 opgenomen.</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 overstroming rond de installatie die de toegang tot de inrichting belemmert.
	6.1.3.2 Verlies van communicatiefaciliteiten / -systemen
	6.1.3.3 Verslechtering van de werkomstandigheden door hoog lokaal dosistempo, radioactieve besmetting en vernietiging van bepaalde installaties binnen de inrichting.
A	<i>In het geval van een buitenontwerp ongeval waarbij na een breuk in het primaire systeem koelwaterverlies optreedt. De activiteit via de breuk kan vrij in het primaire pompgebouw komen en daarna vanuit dit gebouw geleidelijk in de omgeving kunnen worden geloosd. Onderzoek dient te worden uitgevoerd naar de mogelijkheden voor personeel van HFR om de werkzaamheden uit te voeren in deze situatie waarbij een grote radioactieve emissie kan plaats vinden.</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.
A	<i>NRG beschrijft in het rapport (o.a. in paragraaf 6.4.2.5.) dat de HFR regelkamer onder alle denkbare omstandigheden betreedbaar en bewoonbaar is. De KFD acht dit onvoldoende aangetoond. Met name bij 'maatscenario's' 1 en 3 (referentie: Maatscenario's OLP, 5 mei 2008) zullen aanzienlijke emissies van radioactieve stoffen naar de atmosfeer optreden afkomstig via de ventilatieschacht of uit het primaire pompgebouw. In die situaties bestaat de mogelijkheid dat de regelkamer niet bereikbaar is vanwege de hoge radioactieve dosis. Er dient nadere studie plaats te vinden naar de aanpak van dergelijke scenario's.</i>
A	<i>NRG is bezig met het installeren van een gebunkerd Remote Monitoring Systeem binnen de HFR locatie. Dit systeem heeft geen voorzieningen voor het uitvoeren van bedieningshandelingen. In het licht van bovengenoemde scenario's en het ongeval in Fukushima moet NRG nagaan of een uitgebreider systeem waarmee het mogelijk is de reactor af te schakelen en koelketens te bedienen haalbaar is (zie ook 6.1.3.9).</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
	6.1.3.6 Mogelijkheid en effectiviteit van de ongevalbeheersmaatregelen in geval van externe gevaren (aardbevingen, overstroming)
	<i>Zie 6.1.1.5.</i>
	6.1.3.7 Onbeschikbaarheid van de elektrische voeding
	6.1.3.8 Mogelijk falen van instrumentatie
A	<i>De KFD concludeert dat de instrumentatie die nodig is voor de beheersing van een ernstige ongeval bij HFR opnieuw moet worden getoetst aan de</i>

	<i>functionaliteit onder dergelijke situaties.</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.
A	<i>In het eerdergenoemde rapport Maatscenario's OLP (referentie: Maatscenario's OLP, 5 mei 2008) is aangegeven dat op het terrein meerdere installaties (b.v. HCL) zijn waaruit bij een brand grote emissies van radioactieve stoffen kunnen vrijkomen. NRG dient te onderzoeken welk effect dergelijke incidenten bij die andere installaties hebben op de beschikbaarheid van de regelkamer van de HFR vanwege de te verwachten hoge radioactieve dosis op het terrein.</i>
	6.1.4. Conclusies over de geschiktheid van de organisatie voor ongevalbeheersing
A	<i>Het overzicht van mogelijke aanwezige middelen bij de verschillende installaties van de Onderzoek Locatie Petten (OLP) voor de beheersing van een ernstig ongeval moet worden onderzocht en een strategie voor het gebruik van deze middelen moet worden voorbereid.</i>
A	<i>Een locatiebrede rampbestrijding strategie (inclusief inzet van personeel van meerdere installaties tegelijk) zou moeten worden voorbereid.</i>
A	<i>Herzien dient te worden of de situaties met de verminderde toegankelijkheid van de site, met verminderd ERO personeel en met verminderde beschikbaarheid van instrumentatie afdoende zijn.</i>
A	<i>De strategie voor de monitoring en bescherming van het personeel van de Onderzoek Locatie Petten (OLP) en de daar aanwezige mensen met de beperkte mogelijkheid het terrein te verlaten ingeval van een ernstige ongeval zou moeten worden uitgewerkt.</i>
	6.1.5. Maatregelen die voorzien worden om de mogelijkheden voor ongevalsbeheersing te vergroten
	6.2. Ongevalbeheersingmaatregelen die tijdens de verscheidene stadia van een scenario van verlies van kernkoeling kunnen worden gebruikt
	6.2.1. Voordat splijtstofschaade in het reactorvat / een aantal drukbuizen (inclusief de laatste redmiddelen om splijtstofschaade te voorkomen) voorkomt
	6.2.2. Nadat splijtstofschaade in het reactorvat / een aantal drukbuizen voorkomt
	6.2.3. Na het falen van het reactorvat / een aantal drukbuizen
	6.3. Handhaven van de integriteit van het 'containment' na het voorkomen van een significante splijtstofschaade (tot een kernsmelt) in de reactorkern
	6.3.1. Eliminatie van splijtstofschaade / kernsmelt onder hoge druk
	6.3.1.1 Ontwerpvoorzieningen
	6.3.1.2 Operationele voorzieningen
	6.3.2. Beheersing van de risico's van waterstof in het 'containment'
	6.3.2.1 Ontwerpvoorzieningen, inclusief overwegingen van de geschiktheid met het oog op het productietempo en de hoeveelheid waterstof
	6.3.2.2 Operationele voorzieningen
	6.3.3. Voorkomen van overdruk in het 'containment'
	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
	6.3.3.2 Operationele en organisatorische voorzieningen
	6.3.4. Voorkomen van onderkritikaliteit
	6.3.4.1 Ontwerpvoorzieningen

	6.3.4.2 Operationele voorzieningen
A	<i>Een alternatieve voorziening in de vorm van een cadmium plaat kan alleen uitgevoerd worden als de toegang tot reactor insluiting gebouw niet is beperkt. Voor de beheersing van de onderkritikaliteit dient NRG te onderzoeken of een extra voorziening mogelijk is om de reactor op afstand onderkritisch te krijgen en te houden.</i>
	6.3.5. Voorkomen van doorsmelten van de 'basemat' (fundering van het 'containment')
	6.3.5.1 Mogelijke ontwerpregelingen voor het behoud van het corium in het drukvat
	6.3.5.2 Mogelijke regelingen om het corium in het 'containment' te koelen na een breuk in het drukvat
	6.3.5.3 'Cliff-edge' effecten gerelateerd aan de vertraging in tijd tussen reactorafschakeling en kernsmelt
	6.3.6. Noodzaak tot en levering van elektrische wissel- en gelijkstroom voeding en gecomprimeerde lucht aan uitrusting die gebruikt worden om de integriteit van het 'containment' te beschermen.
	6.3.6.1 Ontwerpvoorzieningen
	6.3.6.2 Operationele voorzieningen
	6.3.7. Meet- en regelapparatuur die nodig is om de integriteit van het 'containment; te beschermen
	6.3.8. Geschiktheid van ongevalsbeheersing in geval van gelijktijdige kernsmelt/splijstofschaade bij verschillende eenheden binnen dezelfde inrichting
A	<i>De grootste lozing kan plaats vinden via het primair pompgebouw (maatscenario HFR-3) en via het ventilatiesysteem en de ventilatieschacht (maatscenario HFR-1). Daarom moet extra aandacht worden besteed aan de integriteit van het primaire pompgebouw en het ventilatiesysteem.</i>
	6.3.9. Conclusies over de geschiktheid van ongevalsbeheersingsystemen voor de bescherming van de integriteit van het 'containment'
	6.3.10. Maatregelen die voorzien worden om de mogelijkheden om na zware splijstofschaade de integriteit van het 'containment' te verbeteren
	6.4. Maatregelen voor ongevalsbeheersing om het vrijkomen van radioactiviteit te beperken
	6.4.1. Het vrijkomen van radioactiviteit na verlies van de integriteit van het 'containment'
	6.4.1.1 Ontwerpvoorzieningen
	6.4.1.2 Operationele voorzieningen
	6.4.2. Ongevalsbeheersing nadat de bovenkant van de splijstof in het splijstofopslagbassin droog komt te staan
	<i>Aan dit hoofdstuk is een andere naam gegeven, namelijk "Accident management after loss of primary confinement" met de bedoeling om naast het splijstofopslagbassin ook voor de overige nucleaire installaties het verlies van insluiting van radioactieve stoffen te kunnen analyseren.</i>
A	<i>De beschrijving van de beheersingstrategie van een ongeval bij de HFR is, waarbij de bestraalde splijstof in het opslag bassin niet meer bedekt is met water, is summier. De beheersingstrategie is niet voldoende vastgelegd in procedures.</i>
	6.4.2.1 Beheersing van waterstof
	6.4.2.2 Het voorzien van geschikte afscherming tegen straling
	6.4.2.3 Beperking van het vrijkomen van stoffen na ernstige schade van de bestraalde splijstof in de splijstofopslagbassins
	6.4.2.4 Benodigde instrumentatie om de staat van de bestraalde splijstof te monitoren en om ongevallen te beheersen
	6.4.2.5 Beschikbaarheid en bewoonbaarheid van de regelzaal
	6.4.3. Conclusie over de geschiktheid van maatregelen om het vrijkomen van

	radioactiviteit te beperken.
	7. Andere extreme gevaren
	7.1. Introductie
	7.2. Interne explosie
	7.2.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
A	<i>Eenzijds wordt door NRG aangegeven dat gasflessen geen bedreiging vormen, anderzijds wordt aangegeven dat "direct damage ... can not be excluded...". De tegenstrijdigheid in het rapport wordt niet verklaard.</i>
A	<i>Met betrekking tot stralingsmonitoren die gebruik maken van doorstroomgas wordt niet aangegeven dat de het gasdebiet bij ingeschakelde of gehinderde ventilatie niet tot een explosie aanleiding kan geven. Wel wordt aangegeven dat bij afwezigheid van ventilatie een explosie kan optreden. De gevolgen worden niet beschreven. De gevolgen van exploderende gasflessen worden evenmin beschreven. NRG moet dit in het rapport aanvullen.</i>
	7.2.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
A	<i>De volgende aanbeveling is opgenomen: Naast loss of containment zal het effect van interne explosie op de veiligheid van de HFR worden onderzocht (S17). De aanbeveling onder 7.2.1.1. (beperking van gassen in de reactorhal van de HFR) is niet opgenomen als maatregel in de overzichtslijst van NRG.</i>
	7.3. Externe explosie
	7.3.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
A	<i>De beschrijving van een incident waarbij een strandend schip is betrokken is onvoldoende. Een Bleve kan een doorsnede van 300 m hebben (kleine tank); een toxische wolk kan een 10⁻⁶-contour van vele km hebben.</i>
	7.3.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
A	<i>NRG heeft aangegeven dat de volgende externe gebeurtenissen nog moeten worden geanalyseerd: artillerietest bereik en explosie bij het gasreducerstation (S18 en S19). S18 moet daarbij actiever worden ingevuld: NRG zal nagaan wat de effecten zijn van een explosie bij het Defensieschietterrein voor de installaties van NRG en bij welke omvang van een explosie er installaties falen.</i>
	7.4 Interne brand
	7.4.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
A	<i>Door NRG zijn met betrekking tot brand zwakke plekken onderkend in het ontwerp van het ventilatiesysteem van het HCL, zoals overdruk in de cellen door blussen, kunststof pijpen die kunnen smelten en zorgen voor een verlies van containment. Hiervoor dienen verbetermaatregelen meegenomen te worden in de lopende upgrade van de ventilatie van het gebouw. Tevens dienen deze maatregelen ook voor de andere installaties onderzocht te worden.</i>
A	<i>Net zoals voor de HFR en het HCL moeten ook voor de andere nucleaire installaties brand analyses worden uitgevoerd.</i>
	7.4.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
A	<i>Naar aanleiding van de brand analyse van de HFR zijn diverse maatregelen geïmplementeerd. Deze maatregelen zijn nog niet gedocumenteerd. Dit is opgenomen als onderdeel van maatregel S20. Deze documentatie dient</i>

	<i>aangevuld te worden met noodzakelijke procedures en trainingen voor het personeel.</i>
A	<i>De effecten van interne brand op de veiligheidssystemen zijn geanalyseerd. In deze analyse moet aanvullend gekeken worden naar de gevolgen van vallende brokstukken in de bassins.</i>
	7.5 Externe brand
	7.5.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	7.5.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
A	<i>Een extreme brand zou problemen kunnen opleveren voor de mensen in de regelkamer van de HFR omdat deze niet geïsoleerd kan worden. Dit wordt behandeld onder 7.7. Niet duidelijk is in hoeverre rookontwikkeling het functioneren van de noodstroomdiesels kan hinderen. Dit moet door NRG uitgezocht worden. Niet goed functionerende diesels vormen een bedreiging voor de noodstroomvoorziening van de gehele OLP.</i>
	7.6 Neerstortende vliegtuigen
	7.6.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	7.6.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
	<i>De analyse van de gevolgen van een radioactieve lozing ten gevolge van het neerstorten van een vliegtuig moet door NRG uitgebreid worden met de aanname dat al het water in de bassins verloren gaat.</i>
	7.7 Giftige gassen
	7.7.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	7.7.2 Mogelijke gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
A	<i>De regelkamer van de HFR kan niet worden geïsoleerd; daardoor kunnen toxische gassen een probleem vormen voor de operators in de regelkamer. De aanbeveling van NRG luidt dat het isoleren van de regelzaal tegen rook en toxische gassen de marge zal verbeteren. Ook de isolatie tegen radioactieve stoffen moet hierin betrokken worden.</i>
	7.8. Grote verstoring van het extern elektriciteitsnet
	7.8.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	7.8.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
	<i>De onderbouwing van het hoofdstuk bevat strijdige elementen die in de beantwoording van vragen niet wordt weggenomen.</i>
	7.9 Het falen van systemen door het introduceren van 'computer malware' (virussen e.d.)
	7.9.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	7.9.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
A	<i>NRG heeft geen compleet overzicht van de aanwezigheid van PLC's in de veiligheidssystemen binnen de inrichting. NRG zal dit gaan inventariseren en daarna zal een check worden uitgevoerd op de aanwezigheid van de gevoeligheid van malware op de veiligheidssystemen. Deze analyse moet uitgebreid worden met een onderzoek naar de mogelijke indirecte effecten van malware in PLCs van niet-veiligheidssystemen.</i>
A	<i>NRG moet een procedure opstellen voor het gebruik van externe laptops ten behoeve van het programmeren van wijzigingen in PLC's. Deze laptops moeten goed beveiligd zijn.</i>

	<i>NRG nagaan hoe de beïnvloeding van ventilatie-instellingen bij ECN kan worden beveiligd.</i>
	7.10 Interne overstroming
	7.10.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
A	<i>Bij de meeste nucleaire installaties op de OLP kan door interne overstroming verontreinigd water ontstaan. NRG zal dit nader moeten onderzoeken.</i>
A	<i>Elektrische apparatuur is vloeistofdicht uit te voeren. Er kan naast uitval van elektriciteitsvoorziening ook sprake zijn van kortsluiting/brand. NRG moet dit aanvullend onderzoeken.</i>
	7.10.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties
	<i>Hier worden wel zaken benoemd die mogelijke gevolgen zullen ondervinden door waterschade maar er worden geen aanbevelingen gedaan voor verbeteringen. NRG gaat er vanuit dat als onder andere de kabels en proces monitoring paneel niet meer functioneren omdat ze niet waterproof zijn er eigenlijk niets aan de hand is omdat de reactor automatisch afschakelt. NRG geeft aan dat het vervelend is om niet over procesinformatie te kunnen beschikken maar dat de veiligheid niet in het geding is.</i>
A	<i>Voor de HFR moet NRG de mogelijkheid voor de installatie van een water detectiesysteem onderzoeken, zodat interne overstroming en gevolgen voor de elektrische installatie tijdig beperkt kunnen worden.</i>
	7.11 Blokkering van de koelwaterinlaat
	7.11.1 Algemene beschrijving van de gebeurtenis
	7.11.2 Potentiële gevolgen voor de veiligheidssystemen van de nucleaire installaties