



***PEER REVIEW***  
**VAN DE STRESSTEST VAN DE EUROPESE  
KERNCENTRALES NAAR AANLEIDING VAN HET  
ONGEVAL IN FUKUSHIMA**

**LANDRAPPORT VOOR  
NEDERLAND**

April 2012

*Deze vertaling vervangt niet het Engelstalige rapport 'Peer review country report Stress tests performed on European nuclear power plants – Netherlands', dat door ENSREG is opgesteld en openbaar gemaakt.*

*Deze vertaling vervangt niet het Engelstalige rapport 'Peer review country report Stress tests performed on European nuclear power plants – Netherlands', dat door ENSREG is opgesteld en openbaar gemaakt.*

1	ALGEMENE KWALITEIT VAN NATIONAAL RAPPORT EN NATIONALE BEOORDELINGEN .....	4
1.1	Overeenstemming van de nationale rapporten met de onderwerpen gedefinieerd in de ENSREG- specificaties van de stresstest .....	4
1.2	Toereikendheid van de geleverde informatie en samenhang met de ENSREG- stresstest specificaties .....	4
1.3	Toereikendheid van de rapportage ten aanzien van het voldoen van de installatie(s) aan de huidige vergunningen c.q. veiligheidsevaluatie voor de gebeurtenissen binnen de reikwijdte van de stresstesten.....	5
1.4	Toereikendheid van de rapportage ten aanzien van de robuustheid van de installatie: situaties meegewogen bij de evaluatie van veiligheidsmarges .....	6
1.5	Behandeling door de toezichthouder van de acties en conclusies uit het Nationaal Rapport (evaluatie door deskundigen, kennisgeving aan energiebedrijf, aanvullende vereisten of opvolging door toezichthouders, openheid,...).....	6
2	EVALUATIE VAN INSTALLATIE: AARDBEVINGEN, OVERSTROMINGEN EN EXTREME WEERSOMSTANDIGHEDEN .....	7
2.1	Beschrijving van huidige situatie in de centrale met betrekking tot aardbevingen ....	7
2.2	Beschrijving van huidige situatie in centrale met betrekking tot overstroming .....	11
2.3	Beschrijving van huidige situatie in centrale met betrekking tot extreem weer.....	14
3	EVALUATIE VAN INSTALLATIE(S) MET BETREKKING TOT VERLIES VAN ELEKTRISCHE VOEDING EN VERLIES VAN WARMTEAFVOERMOGELIJKHEDEN	17
3.1	Beschrijving van de huidige situatie .....	17
3.2	Evaluatie van de robuustheid van de installatie.....	18
3.3	Conclusies en aanbevelingen peer review over dit aandachtsgebied.....	23
4	EVALUATIE VAN INSTALLATIE(S) MET BETREKKING TOT BEHEERSING VAN ERNSTIGE ONGEVALLen .....	24
4.1	Beschrijving van huidige situatie.....	24
4.2	Evaluatie van de robuustheid van de installatie.....	26
4.3	Conclusies en aanbevelingen peer review voor dit aandachtsgebied .....	34

## **1 ALGEMENE KWALITEIT VAN NATIONAAL RAPPORT EN NATIONALE BEOORDELINGEN**

Het ongeluk met de kernenergiecentrale van Fukushima in Japan op 11 maart 2011 vormde de aanleiding tot een gecoördineerde actie op Europees niveau om mogelijke verdere verbeteringen van de veiligheid van kerncentrales te identificeren. Op 25 maart 2011 besloot de Europese Commissie om de veiligheid van alle kerncentrales in Europa te onderzoeken op basis van een uitgebreide en transparante evaluatie van de risico's – het zogenaamde robuustheidsonderzoek, ook wel stresstest genoemd. De stresstest bestaat uit drie hoofdonderdelen: een interne beoordeling door de vergunninghouders, gevolgd door een onafhankelijke beoordeling door de landelijke nucleaire toezichthouder, en tot slot een *peer review*, een wederzijdse internationale beoordeling. De *peer review* kent drie fasen: een bureaustudie, drie parallel lopende thematische beoordelingen (met als onderwerpen: externe oorzaken, verlies van elektrische voeding en warmteafvoer, en ongevalbeheersing), en zeventien afzonderlijke *country peer reviews* (wederzijdse landelijke beoordelingen) van de lidstaten.

De 'country review reports' zijn één van de resultaten van het *peer review* proces binnen de EU-stresstest. Deze rapporten bevatten informatie over de huidige situatie met betrekking tot de in de stresstest behandelde onderwerpen. Deze rapporten bevatten specifieke aanbevelingen voor de deelnemende lidstaten of voorbeelden van goede werkwijzen en bevatten ook tot op zekere hoogte informatie specifiek voor de landen en installaties. Conceptversies van deze landenrapporten zijn opgesteld tijdens de thematische beoordelingen, op basis van gesprekken met de desbetreffende landen en de algemene gesprekken over de drie thema's. Door de beperkte beschikbare tijd zijn tijdens de thematische beoordelingen voor de afzonderlijke landen kwesties geïdentificeerd waarvoor meer gedetailleerde vervolgesprekken zijn gevoerd. Deze gesprekken hebben plaatsgevonden zowel in de periode tussen de thematische beoordelingen en de *country peer review*, als tijdens de *country peer review* zelf.

Dit 'country peer review report' werd opgesteld na voltooiing van de *country peer review*, na een slotbespreking met het desbetreffende land en een bezoek aan een kerncentrale (NPP). Het vormt onderdeel van het Eindrapport welke de resultaten van de thematische beoordelingen met die van de 'country reviews' combineert.

### **1.1 Overeenstemming van de nationale rapporten met de onderwerpen gedefinieerd in de ENSREG- specificaties van de stresstest**

Het Nederlandse Nationaal Rapport over de post-Fukushima stresstest voor de kerncentrale Borssele (KCB) werd door het Nederlandse Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) in december 2011 bij de Europese Commissie ingediend. In het algemeen voldoet dit Nationaal Rapport aan de specificaties van de European Nuclear Safety REgulators Group (ENSREG). Alle in de stresstest van ENSREG gedefinieerde onderwerpen worden in dit rapport behandeld. Het rapport beschrijft de enige in bedrijf zijnde kernenergiecentrale in Nederland: de kerncentrale Borssele, die bestaat uit een enkele reactor die is ontworpen door Kraftwerk Union (KWU, Duitsland) en wordt geëxploiteerd door vergunninghouder Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ).

### **1.2 Toereikendheid van de geleverde informatie en samenhang met de ENSREG-stresstests specificaties**

Het Nationaal Rapport behandelt in essentie alle relevante kwesties met betrekking tot aardbevingen en overstromingen, maar er is slechts in beperkte mate informatie beschikbaar over de beoordeling van de gevolgen van extreme weersomstandigheden. De informatievoorziening tijdens de landelijke beoordeling was toereikend, waarbij aan de vereisten volgens de ENSREG-specificaties werd voldaan.

Er was sprake van ontbrekende informatie met betrekking tot het verlies van elektrische voeding en verlies van warmteafvoermogelijkheden (tekeningen/schematische voorstellingen van systemen, analyses van incidentscenario's met betrekking tot het onbeschikbaar zijn van stoomgeneratoren, nationale wettelijke vereisten), maar tijdens de *peer review* werd deze informatie aangeleverd.

De aangeleverde informatie over de beheersing van ernstige ongevallen, ondersteund door aanvullende informatie geleverd tijdens de *peer review*, sluit goed aan op de ENSREG-richtlijnen voor de stresstest. Het rapport is van uitstekende kwaliteit en laat zien dat de toezichthouder grondig onderzoek heeft verricht. Het rapport biedt voor de meeste aandachtsgebieden voldoende gedetailleerde informatie waardoor het tijdens het *peer review*-proces eveneens mogelijk was gedetailleerde vragen te stellen.

### **1.3 Toereikendheid van de rapportage ten aanzien van het voldoen van de installatie(s) aan de huidige vergunningen c.q. veiligheidsevaluatie voor de gebeurtenissen binnen de reikwijdte van de stresstesten**

In het algemeen is de informatie in het Nationaal Rapport voldoende toereikend en in overeenstemming met de ENSREG-richtlijnen.

De huidige versie van de Nederlandse veiligheidsregels werd in mei 2011 van kracht, toen de meest recente versie van de vergunning aan de kernenergiecentrale Borssele werd verstrekt. De veiligheidseisen in Nederland zijn gebaseerd op de vereisten van de International Atomic Energy Agency (IAEA) met enkele aanpassingen daarop, zoals de referentieniveaus van de Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA). Tijdens de voorbereidingen voor implementatie van de nieuwe veiligheidsregels werd de mate van naleving door de toezichthouder beoordeeld. Er werd vastgesteld dat de regels voor een groot deel al in overeenstemming met de IAEA-vereisten waren. Besloten werd om meer tijd te reserveren voor het invoeren van de ontwerpisen door middel van een proces van *periodic safety reviews* (PSR, periodieke veiligheidsevaluaties). Aan de andere vereisten dient onmiddellijk voldaan te worden. De PSR-benadering houdt onder meer in dat vastgestelde afwijkingen met grote veiligheidsimplicaties zo snel als redelijkerwijs mogelijk gecorrigeerd worden en dat de reactor, indien nodig, daarvoor stilgelegd wordt. Tijdens de evaluatiefase van de PSR, die eind 2013 afgerond zal zijn, zullen zowel de vergunninghouder als de toezichthouder verifiëren of de installatie voldoet aan de bestaande en nieuwe voorschriften. Afwijkingen dienen binnen vier jaar na 2013 gecorrigeerd te worden, tenzij de vergunninghouder voor deze afwijkingen rechtvaardiging verschaft waarmee de toezichthouder akkoord gaat.

Het rapport levert voldoende bewijs dat de installatie voldoet aan de vereisten van de huidige vergunning met betrekking tot de volgende gebeurtenissen van buitenaf: aardbevingen, overstromingen en extreme weersomstandigheden. Beoordeling geschiedt aan de hand van inspecties en periodieke veiligheidsevaluaties (PSR). Het rapport vermeldt expliciet welke werkzaamheden worden uitgevoerd om ervoor te zorgen dat de installatie ook in de toekomst aan de veiligheidsvereisten blijft voldoen.

Ook wat betreft LOOP (Loss Of Off-site Power, verlies van externe elektrische voeding), SBO (Station Black-Out, totaalverlies van elektrische voeding), verlies van warmteafvoermogelijkheden, en verlies van warmteafvoermogelijkheden in combinatie met SBO, is de geleverde informatie in het algemeen toereikend, hoewel uitgebreide en ondubbelzinnige informatie over de huidige vergunning en veiligheidsbasis voor de kerncentrale Borssele ontbreekt, maar meer informatie werd verstrekt tijdens het bezoek aan de installatie.

De Nederlandse toezichthouder heeft in het kader van de stresstest een grondige evaluatie gemaakt van de beheersingsmogelijkheden voor een ernstig ongeval (zogenoeten 'severe accident management'). Dit rapport bevestigt dat de vereisten voor de beheersing van ernstige nucleaire ongevallen expliciet aan de orde gesteld worden in de Nederlandse wet- en regelgeving. Op basis van deze beoordeling is de Nederlandse toezichthouder ervan overtuigd dat de vergunninghouder voldoet aan de huidige vereisten van de vergunning, hoewel hierbij moet worden opgemerkt dat er geen gedetailleerde beoordelingen voorkomen in de afzonderlijke onderdelen van het Nationaal Rapport om deze bewering te ondersteunen. Tijdens het uitvoeren van de stresstest werden er geen afwijkingen geconstateerd, maar

er werden wel enkele verbeterpunten geconstateerd om risico's verder te beperken. Tijdens de ENSREG *peer review* kwamen er geen bewijzen naar boven dat er niet zou zijn voldaan aan de vereisten van de Nederlandse vergunning met betrekking tot Severe Accident Management (SAM, beheersing van ernstige ongevallen).

#### **1.4 Toereikendheid van de rapportage ten aanzien van de robuustheid van de installatie: situaties meegewogen bij de evaluatie van veiligheidsmarges**

Het rapport behandelt en beschrijft de veiligheidsmarges die verder reiken dan de ontwerpisen. Hiertoe zijn de marges voor aardbevingen en overstromingen geëvalueerd, met beperkte aanduiding van mogelijke *cliff-edge effects* en zwakke punten. Marges voor extreme weersomstandigheden worden in het rapport niet gekwantificeerd. De evaluatie werd gedaan op basis van technisch inzicht of aan de hand van vereenvoudigde methoden. Een meer uitgebreide evaluatie van alle externe gevaren wordt gedaan in de momenteel lopende PSR. De evaluatie in het Nationaal Rapport beschrijft veel verschillende situaties met betrekking tot verlies van elektrische voeding en problemen met de warmteafvoermogelijkheden. Desondanks is de toereikendheid van de rapportage over de robuustheid van de kerncentrale Borssele niet duidelijk, aangezien informatie over de analyse van incidentscenario's voor alle initiële operationele bedrijfsomstandigheden niet werd overlegd. De scenario's die gepresenteerd zijn in het rapport hebben betrekking op de situatie waarbij stoomgeneratoren beschikbaar zijn, terwijl scenario's voor een open primair koelcircuit of de situatie waarin de kern is opgeslagen in het splijststofopslagbassin ook geanalyseerd moeten worden. Het Nationaal Rapport noemt geen tijdsbeperkingen die zijn gekoppeld aan *cliff-edge effects* (effecten van abrupte overgang) zoals de tijd tot schade aan de kern ontstaat. Tijdens de *peer review* werden deze echter wel gepresenteerd. Het Nederlandse rapport behandelt alle componenten waarvan op basis van internationale richtlijnen verwacht mag worden dat ze gebruikt worden bij de beheersing van ernstige ongevallen. Hieronder vallen organisatorische aspecten van ongevalbeheersing en het opstellen van een rampenplan, fysieke maatregelen voor het geval van een ernstig voorval (zoals aflaten van druk, waterstofbeheer, *corium*stabilisatie, enz.) en ook procedures (Emergency Operating Procedures (EOP) en Severe Accident Management Guidelines (SAMG)). Deze maatregelen zijn in Borssele al verregaand ingevoerd, hoewel een aantal verbeteringen in uitvoering of in overweging zijn.

De resultaten van de toetsing van de marges voor aardbevingen, overstromingen en extreme weersomstandigheden, evenals die voor verlies van elektrische voeding en verlies van warmteafvoermogelijkheden zijn in het Nederlandse rapport opgenomen in het hoofdstuk over de beheersing van ernstige ongevallen.

#### **1.5 Behandeling door de toezichthouder van de acties en conclusies uit het Nationaal Rapport (evaluatie door deskundigen, kennisgeving aan energiebedrijf, aanvullende vereisten of opvolging door toezichthouders, openheid,...)**

De opmerkingen van de toezichthouder met betrekking tot de analyse en conclusies van de vergunninghouder zijn gepresenteerd. Vermeld wordt dat de toezichthouder bereid is de door de vergunninghouder voorgestelde maatregelen te onderschrijven na evaluatie van de effectiviteit van deze maatregelen. Desondanks bracht de toezichthouder enkele punten naar voren die onvoldoende aandacht kregen en werden er enkele aanvullende aanbevelingen gedaan. De behandeling van de verstrekte informatie en voorgestelde acties door de toezichthouder lijkt toereikend.

Het Nederlandse Nationaal Rapport werd opgesteld door de desbetreffende regelgevende instantie, ondersteund door de Duitse technische ondersteuningsorganisatie GRS. De regelgevende instantie lijkt de werkzaamheden in het kader van de stresstest op een proactieve manier benaderd te hebben. Er werd niet alleen gekeken naar het ingediende rapport maar ook naar veiligheidsdocumentatie die eerder door de vergunninghouder werd geproduceerd en er werd geput uit eerdere interactie op het gebied van regelgeving. In het rapport zijn ook andere interacties opgenomen, zoals besprekingen met de vergunninghouder en een bezoek aan de locatie.

De belangrijkste conclusies uit de stresstest en de ENSREG *peer review* met betrekking tot de beheersing van ernstige ongevallen zijn de noodzaak voor betere kwalificatie / testen van Structures,

Systems and Components (SSCs, constructies, systemen en componenten) die vereist zijn in geval van ernstige ongevallen, verbeteringen in de effectiviteit van bestaande procedures en richtlijnen, in het bijzonder voor scenario's voor de lange termijn, en de noodzaak om geconstateerde verbeteringen tijdig door te voeren.

De vergunninghouder heeft een uitgebreid implementatieplan voorgesteld. Tijdens de *peer review* meldde de toezichthouder dat de vergunninghouder was gevraagd implementatie nader uit te werken met een concreter tijdspad: per 1 maart 2012 een lijst met in te voeren verbeteringen gedurende 2012, per 1 juni een lijst met de resterende verbeteringen. Besloten moet worden of en welke maatregelen worden meegenomen tijdens de lopende periodieke veiligheidsevaluatie die in 2013 gereed moet zijn.

## **2 EVALUATIE VAN INSTALLATIE: AARDBEVINGEN, OVERSTROMINGEN EN EXTREME WEERSOMSTANDIGHEDEN**

### **2.1 Beschrijving van huidige situatie in de centrale met betrekking tot aardbevingen**

#### **2.1.1 DBE**

##### *2.1.1.1 Wettelijke basis voor veiligheidsevaluatie en toezicht door bevoegd gezag (landelijke vereisten, internationale normen, vergunningbasis al in gebruik in een ander land,...)*

De Nederlandse wetgeving kent geen definitie van Design Basis Earthquake ('ontwerpaardbeving', DBE) in termen van bodembeweging of kans van optreden. De exploitant demonstreert de bestendigheid van de installatie tegen een bepaalde DBE. Deze documentatie dient samen met de resultaten van de Seismic Hazard Assessment (seismische risico-evaluatie, SHA) door de toezichthouder te worden geaccepteerd. Aangegeven wordt dat de IAEA-documenten "onderdeel van de vergunning" vormen.

##### *2.1.1.2 Berekening van DBE*

In het oorspronkelijke ontwerp van de installatie, die in 1973 in gebruik werd genomen, is geen rekening gehouden met seismische belasting. Een SHA werd uitgevoerd in 1993 en bijgewerkt in 1995. Volgens de vergunninghouder komt de DBE overeen met een Peak Ground Acceleration (maximale grondversnelling, PGA) van  $0,6\text{m/s}^2$  ( $\text{PGA}=0,06\text{g}$ ) op maaiveldhoogte en een PGA van  $0,75\text{m/s}^2$  ( $\text{PGA}=0,076\text{g}$ ) aan de fundering. De bepaling van de DBE door de vergunninghouder is mede gebaseerd op de Duitse KTA-normen (KTA 2201.1, KTA 2201.2)

##### *2.1.1.3 Belangrijkste vereisten met betrekking tot dit aandachtsgebied*

De DBE werd vastgesteld met behulp van een deterministische benadering door één enkele intensiteitsgraad toe te voegen aan de geregistreerde maximumintensiteit tijdens de zwaarste aardbeving die in de regio werd waargenomen (Zulzeke-Nukerke 1938:  $M=5,6$ ;  $I_{\text{loc}}=5,5\text{MMI}$  (Modified Mercalli Intensity)). Daarom wordt de DBE aangeduid met  $I=6,5\text{MMI}$ . Een aanvullende PSHA (probabilistic seismic hazard analysis, probabilistische seismische risicoanalyse) toonde aan dat deze mate van grondversnelling een doorsnee interval van 30.000 jaar heeft.

Bodemvervloeiing wordt als een potentieel gevaar gezien. De vergunninghouder legt uit dat de kans op bodemvervloeiing kleiner is dan de DBE, omdat er een grotere PGA en langer durende aardbevingen nodig zijn om dit fenomeen te veroorzaken. De vergunninghouder verklaart dat bodemvervloeiing "geen instabiliteit van de installatie zal veroorzaken".

#### *2.1.1.4 Technische achtergrond voor vereisten, veiligheidsevaluatie en toezicht (deterministische benadering, PSA, Operational Experience Feedback)*

Een DBE-waarde is niet expliciet door de toezichthouder vereist. De DBE werd later dan het oorspronkelijke ontwerp met behulp van een deterministische benadering door de vergunninghouder bepaald en werd tijdens periodieke veiligheidsevaluaties (PSR's) aangepast.

De nu lopende PSR (2012) zal een seismische analyse volgens de huidige stand van de techniek omvatten, waarvan de resultaten met behulp van IAEA NS-G-2.13 zullen worden geëvalueerd, zoals vermeld tijdens de presentatie van de themavergadering.

Alle SSC's (constructies, systemen en componenten) ter ondersteuning van de veiligheidsfuncties zijn benoemd, geclassificeerd en ontworpen om de DBE te kunnen weerstaan.

#### *2.1.1.5 Periodieke veiligheidsevaluaties (regelmatig en/of recentelijk uitgevoerd)*

Elke tien jaar worden periodieke veiligheidsevaluaties (PSR) uitgevoerd. Informatie over de laatste periodieke veiligheidsevaluaties is opgenomen in het Nationaal Rapport. Deze evaluaties werden uitgevoerd in 1984, 1993 en in 2003. De volgende evaluatie wordt ingediend in 2013.

PSR's hebben geleid tot het vaststellen van een seismische kwalificatie van de installatie. In het oorspronkelijke ontwerp van de installatie was er geen rekening gehouden met seismische belasting; PSR's hebben er tevens toe geleid dat er later aanvullende veiligheidsvoorzieningen werden aangebracht ten opzichte van de ontwerpbasis. Zo werd in 1986 het "Bunkerconcept" ontwikkeld om de installatie veilig te kunnen stilleggen in geval van externe gebeurtenissen zoals aardbevingen, overstromingen en acties door kwaadwillenden. In 1997 werden de volgende aanpassingen gedaan: een reserveregelaar, een secundaire warmteafvoermogelijkheid en extra grote en verder uit elkaar geplaatste dieselgeneratoren. In 2006 werd de autonomietijd verlengd tot 72 uur na een incident en werd het beschermingsniveau tegen overstroming verhoogd.

Begin jaren negentig van de vorige eeuw werd de SHA (seismische risicoanalyse) beoordeeld als onderdeel van de veiligheidsrapportage en tijdens missies van het International Probabilistic Safety Assessment Review Team (IPSART).

#### *2.1.1.6 Conclusies met betrekking tot toereikendheid van ontwerpbasis*

Het Nationaal Rapport bevat geen duidelijke conclusie over de beoordeling van de toereikendheid ten aanzien van de ontwerpeis voor de kerncentrale Borssele. De beoordelaars merken op dat de DBE van  $PGA=0,06g$  ( $PGA=0,076g$  op funderingsniveau), die voor deze installatie werd opgesteld, lager is dan het door de IAEA voorgestelde minimum van  $PGA=0,1g$ . Tijdens het bezoek aan de installatie werd uitgelegd dat een uitgebreide seismische risicoanalyse (SHA) uitgevoerd wordt binnen de lopende PSR en dat er daarbij ook gekeken wordt naar bodemvervloeiing. Deze SHA wordt uitgevoerd volgens de huidige stand van de techniek en gaat uit van een maximale grondversnelling van  $0,1 g$  in het vrije veld voor de DBE volgens de IAEA-richtlijn.

De kerncentrale Borssele bevindt zich in een regio met geringe seismische activiteit. In verband hiermee en gezien het resultaat van de margebepaling ( $0,15g$ ) en de voorgenomen uitgebreide seismische analyse, beschouwt de toezichthouder de huidige analyse als voldoende.

Volgens de vergunninghouder en de toezichthouder worden voor de DBE van Borssele Duitse normen gehanteerd die gezien de lage seismische activiteit in het gebied juist geacht worden. De toezichthouder is echter van mening dat de informatie en methodiek die gebruikt worden voor het berekenen van de DBE aangepast moeten worden aan de huidige stand van de techniek.

De installatie beschikt niet over seismische instrumenten. De toezichthouder wijst er verder op dat mogelijke gevolgen van door menselijke activiteit ontstane aardbevingen, zoals boren naar gas in de noordelijke helft van Nederland en boren naar schaliegas in Noord-Brabant, ook in overweging genomen zouden moeten worden.



#### 2.1.1.7 Overeenstemming van installatie(s) met huidige vereisten voor ontwerpbasis

De toezichthouder is van mening dat de installatie voldoet aan diens huidige vergunningbasis. Dit standpunt is gebaseerd op tientallen jaren van overheidstoezicht.

### 2.1.2 Onderzoek naar robuustheid van installatie(s) bovenop de ontwerpeis

#### 2.1.2.1 Gehanteerde werkwijze voor vaststellen veiligheidsmarges

In het verleden werden geen seismische PSA's (Probabilistic Safety Assessment, probabilistische veiligheidsevaluatie) en seismische veiligheidsmarges beoordeeld. De PSA laat zien dat seismisch gevaar minder dan 5,4% bijdraagt aan de totale *core damage frequency* CDF (bij vol vermogen). Er werd geen gedetailleerde kwetsbaarheidsanalyse uitgevoerd.

Volgens het rapport van de vergunninghouder werden voor het bepalen van de marges elementen van de EPRI NP-6041-methode gebruikt in combinatie met onderzoeksgegevens over aardbevingen en ervaringen van de Duitse kernenergiecentrale in Neckarwestheim I en de Zwitserse kernenergiecentrale Gösgen.

Voor gebouwen en SSC's die ontworpen zijn voor seismische belasting werd een selectiewaarde van 0,3 g (EPRI NP-6041 selectiewaarde, mediaan NUREG/CR-0098 spectrum) aangehouden, en werd de HCLPF-capaciteit (High Confidence Low Probability of Failure) voor functies (bijv. onderkritikaliteit, afvoer van vervalwarmte) bepaald op basis van deze 0,3 g selectiewaarde. Voor het reactorgebouw werd de HCLPF-capaciteit geschat op 0,15 g.

Een uitgebreide evaluatie van seismische marges vormt onderdeel van de lopende PSR.

#### 2.1.2.2 Belangrijkste onderzoeksresultaten van veiligheidsmarges en cliff-edge effecten

Het EPRI-onderzoek liet zien dat de PGA-waarde van 0,3g voor de meeste aan veiligheid gerelateerde SSC's geverifieerd kon worden. De minimumwaarde voor alle aan veiligheid gerelateerde SSC's was 0,15g. De HCLPF-capaciteit ligt voor veel aan veiligheid gerelateerde systemen en gebouwen hoger. Het rapport van de vergunninghouder bevat een overzicht van de SSC's die werden geanalyseerd.

De seismische belasting die leidt tot verlies van integriteit van het *containment* (de omhulling van de radioactieve delen van een kerncentrale om de radioactiviteit die bij een ongeluk vrijkomt onder controle te houden) wordt gesteld op 0,3g. Er is geen gedetailleerde kwetsbaarheidsanalyse beschikbaar. Het rapport concludeert dat "aardbevingen tot een intensiteit van VII-VIII (VII½) (d.w.z. overschrijding van de DBE met 1 intensiteitsgraad) met grote betrouwbaarheid niet zullen leiden tot kernschade of het verlies van insluiting".

De volgende potentiële *cliff-edge effects* werden in het rapport aangewezen: verlies van insluiting in geval van een aardbeving waarbij de bodembeweging meer bedraagt dan 0,30g, het niet beschikbaar zijn van medewerkers wat na ca. 10 uur het beheersen van het incident bemoeilijkt en het niet bruikbaar zijn van bepaalde conventionele brandblussystemen en van de gefilterde drukontlasting van het *containment* die niet aardbevingbestendig gekwalificeerd zijn.

#### 2.1.2.3 Goede veiligheidsvoorzieningen en vastgestelde verbeteringsmogelijkheden

Het beheersen en beperken van een incident kan bemoeilijkt worden bij een aardbeving krachtiger dan de DBE als gevolg van de onbereikbaarheid van de locatie door de medewerkers, het niet beschikbaar zijn van de primaire regelzaal en het onbruikbaar raken van de niet-aardbevingbestendige systemen voor brandbestrijding en gefilterde drukontlasting van het *containment*. In het algemeen geldt dat men beter voorbereid moet zijn op noodsituaties en dat de middelen voor het beheersen van incidenten verbeterd moeten worden.

#### 2.1.2.4 Mogelijke maatregelen voor het verbeteren van de robuustheid

De volgens de vergunninghouder te realiseren modificaties en onderzoeken:

- realisatie van een extra alarmcoördinatiecentrum

- opslagfaciliteiten - die ook na alle voorzienbare gevaren toegankelijk blijven - voor draagbare apparatuur, gereedschappen en materialen die de alarmresponsorganisatie nodig heeft, zouden de mogelijkheden van de alarmresponsorganisatie vergroten
- het zekerstellen van de beschikbaarheid van systemen voor branddetectie en vaste systemen voor brandbestrijding in vitale delen van de installatie die ook na een aardbeving bruikbaar blijven, zou de brandbestrijdingsmogelijkheden en mogelijkheden voor ongevalbeheersing waarvoor watertransport nodig is (koelen) verbeteren.
- verlengen van de huidige autarkietijd van 10 uur zou de robuustheid van de centrale in algemene zin vergroten
- als het TL003 drukontlastingssysteem van het *containment* ook na een aardbeving bruikbaar blijft zou dat de veiligheidsmarge voor seismische gebeurtenissen vergroten
- onzekerheid over de seismische marges kan deels worden weggenomen door een Seismic Margin Assessment (SMA) of een Seismic-Probabilistic Safety Assessment (Seismic-PSA) uit te voeren. In 10EVA13 wordt een seismische PSA ontwikkeld en/of een SMA uitgevoerd en worden maatregelen onderzocht die de veiligheidsmarge ten opzichte van de ontwerpeis kunnen vergroten
- in 10EVA13 zullen de mogelijkheden voor het verbeteren van de externe elektriciteitsvoorziening onderzocht worden, wat impliciet zal leiden tot grotere veiligheidsmarges voor LOOP (verlies van externe stroomtoevoer) omdat de afhankelijkheid van de (primaire) noodgeneratoren en de SBO-generatoren kleiner wordt
- ontwikkeling van richtlijnen voor schadebeheersing (Extensive Damage Management Guides - EDMG) en invoering van een trainingsprogramma
- opstellen van checklists voor systeemininspecties en te nemen acties voor de verschillende stadia van de voorziene incidenten
- de installatie van seismische bewakingsapparatuur is momenteel in uitvoering, zoals vermeld tijdens de themavergadering.

#### *2.1.2.5 Maatregelen (ook onderzoek) al besloten of ingevoerd door vergunninghouder en/of vereist door toezichthouder*

De toezichthouder steunt de maatregelen die de vergunninghouder overweegt. In aanvulling hierop is een Seismic Margin Assessment (SMA) of een Seismic-Probabilistic Safety Assessment (Seismic-PSA) voorzien.

### **2.1.3 Conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van de peer review over dit aandachtsgebied**

Tijdens de themavergadering werden er vragen gesteld aan de Nederlandse toezichthouder over de overeenkomsten in de totstandkoming van de ontwerpbasis en marges voor aardbevingen tussen de kernenergiecentrale Borssele en de kernenergiecentrale in het Belgische Doel. De reden hiervoor is de relatief korte afstand tussen deze twee locaties (ca. 40 km.) Tijdens het bezoek aan de centrale werd aanvullende informatie verstrekt en besproken en werden geen grote verschillen vastgesteld in de reeds uitgevoerde seismische beoordelingen.

De beoordelaars adviseren de risicoanalyse voor de kernenergiecentrale Borssele (KCB) te actualiseren. Naar verluidt wordt een uitgebreide seismische analyse volgens de huidige stand van de techniek uitgevoerd als onderdeel van de PSR van de KCB die dit jaar van start gaat. Tijdens het bezoek werd ook uitgelegd dat deze analyse uit zal gaan van een maximale grondversnelling van 0,1g in het vrije veld voor de DBE volgens de IAEA-richtlijn.

Verder adviseren de beoordelaars om het toepassingsgebied en de uitwerking van de bovengenoemde seismische analyse te verifiëren, in het bijzonder met betrekking tot het herzien van de DBE.

De combinatie van jonge niet-geconsolideerde afzettingen, korrelgrootte en hoog grondwaterpeil vergroten de kans op bodemvervloeiing. Daarom wordt de nationale toezichthouder geadviseerd om tegelijk met de uitgevoerde seismische analyse te bepalen of bodemvervloeiing een potentieel gevaar vormt.

## **2.2 Beschrijving van huidige situatie in centrale met betrekking tot overstroming**

### **2.2.1 DBF**

#### *2.2.1.1 Regelgevingsbasis voor veiligheidsevaluatie en toezicht van regelgevende instantie (nationale vereisten, internationale normen, vergunningenbasis al in gebruik in een ander land,...)*

De toezichthouder verklaart dat er geen specifieke vereisten zijn voor de KCB met betrekking tot de ontwerpoverstroming (Design Basis Flood, DBF).

Tijdens het bezoek aan Nederland verklaarde de toezichthouder met betrekking tot de algemene landelijke maatregelen ter voorkoming van overstromingen:

- Nederland wordt tegen overstromingen beschermd door dijken, dammen en duinen. Al deze voorzieningen moeten voldoen aan zeer strenge en wettelijke vereisten waarin de hydraulische omstandigheden zijn vastgelegd waartegen ze bestand moeten zijn. Deze wettelijke vereisten zijn gebaseerd op omstandigheden die jaarlijks kunnen optreden en variëren met een kans van 1/10.000 voor de kustgebieden tot een kans van 1/250 langs de Maas in de provincie Limburg.
- De aanleg en het onderhoud van de meeste dijken vallen onder de verantwoordelijkheid van de waterschappen en Rijkswaterstaat. Elke zes jaar wordt van het landelijke systeem van waterkeringen een algehele veiligheidsevaluatie uitgevoerd waarvan het resultaat aan het parlement wordt gepresenteerd.
- Voor de zeedijk rond de kernenergiecentrale Borssele wordt een veiligheidsnorm gehanteerd die uitgaat van een overstroming eens in de 4.000 jaar. Op dit moment voldoet de zeedijk niet aan deze norm en daarom wordt de komende maanden begonnen met het verhogen en versterken van de dijken. De aanpassingen omvatten marges die garanderen dat ook in de toekomst kan worden voldaan aan wettelijke vereisten. Daarom zal de bescherming de veiligheidsnorm na voltooiing van de zeedijk overstijgen (de bescherming is gebaseerd op een overstromingskans van eens in de 10.000 jaar).

#### *2.2.1.2 Berekening van DBF*

De oorspronkelijke DBF voor de KCB bedroeg 5 meter boven NAP (Normaal Amsterdams Peil). De hoogste waterstand ooit gemeten op de locatie van de KCB bedraagt 4,7m +NAP, in februari 1953. De huidige DBF is 7,3m boven NAP, inclusief dynamische golfoploop. De nieuwe DBF is gebaseerd op recente evaluaties en ingevoerde modificaties. Bij dit overstromingsconcept blijven alle cruciale systemen voor het in bedrijf houden van de centrale en alle geïnstalleerde (veiligheids)systemen voor het veilig afschakelen van de centrale bruikbaar tot een waterpeil van ten minste 5 meter +NAP.

#### *2.2.1.3 Belangrijkste vereisten met betrekking tot dit aandachtsgebied*

In Nederland vormt overstroming een reëel extern gevaar dat voorafgaand aan elke vestiging van een (industriële) activiteit geëvalueerd moet worden. Desondanks voorziet de Nederlandse wetgeving niet expliciet in een DBF.

De Waterwet vervangt eerdere wetgeving op het gebied van waterhuishouding zoals de Wet op de waterhuishouding en Wet op de waterkering, beide van belang voor het uitvoeren van het overheidsbeleid ten aanzien van de voorkoming van overstromingen.

#### *2.2.1.4 Technische achtergrond voor vereisten, veiligheidsevaluatie en toezicht (deterministische benadering, PSA, Operational Experience Feedback)*

Voor de evaluatie van de DBF werd een deterministische benadering gehanteerd.

De DBF gaat uit van een overstromingskans van eens per miljoen jaar. Voor de statische gevolgen van overstroming heeft de aanwezigheid van de zeedijken niet meegewogen. De dijken worden alleen

meegewogen bij de bepaling van de dynamische effecten zoals de golfslag tegen gebouwen. Deze combinatie leidt tot een niveau van 7,3 meter + NAP.

In de huidige situatie wordt de locatie ook door het Zeeuwse dijkstelsel tegen overstroming beschermd. Dit dijkstelsel wordt aangepast aan de nationale veiligheidsnorm die uitgaat van een overstroming eens in de 4.000 jaar. De aanpassingen omvatten marges die garanderen dat ook in de toekomst kan worden voldaan aan wettelijke vereisten. Daarom zal de bescherming de veiligheidsnorm na voltooiing van de aanpassingen overstijgen (de bescherming is gebaseerd op een overstromingskans van eens in de 10.000 jaar).

#### *2.2.1.5 Periodieke veiligheidsevaluaties (regelmatig en/of recentelijk uitgevoerd)*

Informatie over de periodieke veiligheidsanalyses (PSR's) is opgenomen in het Nationaal Rapport en is samengevat in paragraaf 2.1.1.5. Het volgende PSR-rapport verschijnt in 2013 en zal een nieuwe, uitgebreide risicoanalyse bevatten.

#### *2.2.1.6 Conclusies met betrekking tot toereikendheid van ontwerpbasis*

Wat betreft SSC's in relatie tot overstroming voldoet de huidige ontwerpbasis aan de normering. De toezichthouder is van mening dat de gevolgen van overstroming met een lang interval (eens per 10.000 jaar of meer) onvoldoende bekend zijn en dat verder onderzoek nodig is.

#### *2.2.1.7 Overeenstemming van installatie(s) met huidige vereisten voor ontwerpbasis*

Periodieke veiligheidsevaluaties, met inbegrip van het bepalen van de DBF, worden elke tien jaar uitgevoerd om zeker te stellen dat aan actuele eisen voldaan wordt. Indien nodig worden aanpassingen gedaan. Voor handhaving van de DBF-niveaus is een inspectieprogramma aanwezig. Er zijn geen afwijkingen van de huidige vergunningbasis vastgesteld.

### **2.2.2 Onderzoek naar robuustheid van installatie(s) bovenop de ontwerpeis**

#### *2.2.2.1 Gehanteerde werkwijze voor vaststellen veiligheidsmarges*

Voor de veiligheidsmarge werd de kwetsbaarheid van de installatie (gebouwen, systemen) bij verschillende overstromingsniveaus beoordeeld. De details van de gebruikte methode staan niet beschreven in het Nationaal Rapport.

#### *2.2.2.2 Belangrijkste onderzoeksresultaten m.b.t. veiligheidsmarges en cliff-edge effecten*

In het overstromingsscenario met de laagste hoge waterstand (5m + NAP) van de vergunninghouder vormt het koelwaterinlaatgebouw de zwakste schakel. Dit gebouw is ontworpen tegen een statisch waterpeil van 5 m + NAP, maar is waterdicht tot 7,4 m + NAP. Hier is echter een mogelijke marge aanwezig, zelfs met inachtneming van de golfoploop.

Water dat het 6,7 m + NAP vloerniveau van gebouwen 04, 05 en 10 bereikt, brengt de elektrische voeding vanuit het eerste noodstroomnet in gevaar. De meeste 6 kV / 0.4 kV transformatoren, met inbegrip van de transformator voor verzamelrail CU van het eerste noodstroomnet bevinden zich in gebouw 05 op 6,7 m + NAP vloerhoogte. De koelluchtinlaten van deze transformatoren (via natuurlijke convectie) zijn openingen in de muur van gebouw 05 op 5 m+ NAP. Dat betekent dat de transformatoren blootgesteld zijn aan het dynamisch waterpeil buiten de gebouwen. Dit geldt niet voor de transformator voor verzamelrail CV, gevoed door verzamelrail BV. Al deze componenten bevinden zich in gebouw 10 en worden niet blootgesteld aan het dynamisch waterpeil. Daardoor blijft dit gedeelte van noodstroomnet 1 bruikbaar tot een statisch waterpeil van 6,7 m +NAP.

Bij dit waterpeil kan de beschikbaarheid van de primaire regelzaal niet gegarandeerd worden. Verwacht wordt dat de functies van de regelzaal wel beschikbaar blijven dankzij de beschikbaarheid van (een deel van) noodstroomnet 1, gelijkrichters, accupakketten en de rangeerverdeler (tot tenminste 8.0 m +NAP).

Bij een waterpeil van 7,3 m + NAP is de veiligheid verzekerd dankzij het bunkerconcept. De beschikbaarheid van de primaire regelzaal kan niet gegarandeerd worden. Verwacht wordt echter dat de functies van de regelzaal beschikbaar blijven dankzij de beschikbaarheid van (een deel van) noodstroomnet 1, gelijkrichters, accupakketten en de rangeerverdeler. Bij overstroming wordt de communicatie met de buitenwereld vermoedelijk verbroken, aangezien niet is voorzien in specifieke bescherming van de communicatielijnen tegen overstroming.

Overschrijding van de DBF van 7,3 m + NAP met 1.25 meter kan mogelijk tot kernschade leiden.

De toegankelijkheid van de installatie voor medewerkers en communicatiemiddelen onder extreme weersomstandigheden werd geëvalueerd.

Bij overstroming boven 6,7 m +NAP komen enkele verzamelrails en de primaire regelzaal in gevaar.

#### *2.2.2.3 Goede veiligheidsvoorzieningen en geconstateerde verbeteringsmogelijkheden*

Bij dijkdoorbraak en overstroming onder extreme weersomstandigheden moet worden uitgegaan van LOOP en zal toegang tot de locatie en communicatie moeilijk of onmogelijk zijn.

Bescherming tegen golven onder de ingangen van de bunkers waarin de reservesystemen voor watertoevoer en de reserveregelzaal zijn ondergebracht, zou de kwetsbaarheid voor hoge golven in combinatie met extreem hoge waterstanden verkleinen en de installatie minder afhankelijk maken van de dijk.

Faalmechanismen van dijken (drie dijken die de locatie omringen) zullen in de risicoanalyse van de lopende PSR worden opgenomen.

#### *2.2.2.4 Mogelijke maatregelen om de robuustheid te verbeteren*

Om de bestendigheid van de installatie tegen overstromingen te vergroten, worden door de vergunninghouder de volgende maatregelen voorgesteld:

- opstellen van richtlijnen voor de beheersing van ernstige schade (Extensive Damage Management Guides, EDMG) en invoering van een trainingsprogramma. Voorbeelden van onderwerpen die aan de orde moeten komen:
- procedures om de reserveregelzaal te kunnen bemannen
- gebruik van autonome mobiele pompen
- procedure voor het vervoeren van het eigen personeel naar de locatie
- procedure voor het inzetten van medewerkers bij incidenten van lange duur
- realisatie van een alarmcoördinatiecentrum dat onderdak biedt aan de alarmresponsorganisatie na een overstroming (en alle andere voorzienbare gevaren) zou de slagkracht van de alarmresponsorganisatie vergroten
- opslagfaciliteiten - die ook na alle voorzienbare gevaren toegankelijk blijven - voor draagbare apparatuur, gereedschappen en materialen die de alarmresponsorganisatie nodig heeft, zouden de mogelijkheden van de alarmresponsorganisatie vergroten
- realisatie van een onafhankelijk systeem voor interne en externe spraak- en datacommunicatie tijdens extreme weersomstandigheden voor grotere slagkracht van de alarmresponsorganisatie.
- meer autonomie van de installatie tijdens en na externe overstroming, bijvoorbeeld door het scheppen van de mogelijkheid om dieselbrandstof vanuit de opslagtanks van inactieve dieselsystemen over te pompen, zou de veiligheidsmarge met betrekking tot verlies van externe voeding vergroten.
- golfbescherming onder de bunkeringangen
- aanpassen van de overstromingsbescherming van gebouwen die de noodstroomsystemen bevatten.

#### *2.2.2.5 Maatregelen (incl. verder onderzoek) al besloten of ingevoerd door vergunninghouder en/of vereist door toezichthouder*

De dijken rond de locatie worden regelmatig geïnspecteerd en zeedijk A van 9,4 m +NAP wordt verbeterd in 2012.

De ontwikkeling van een werkprocedure met betrekking tot overstromingen is in gang gezet.

De toezichthouder steunt de door vergunninghouder in paragraaf 2.2.2.4 voorgestelde maatregelen. De toezichthouder vindt dat de gevolgen van overstromingen met een lang interval nader onderzoek vereisen. Aanvullend onderzoek naar extreme overstromingen met een lang interval, waarbij tevens de faalmechanismen van dijken moeten worden onderzocht, is voorzien.

### **2.2.3 Conclusies en aanbevelingen peer review over dit aandachtsgebied**

De primaire bescherming tegen overstroming wordt gegarandeerd door de Waterwet. Maatregelen tegen overstroming zijn aanwezig, zoals een werkprocedure met betrekking tot dreigende overstroming bij een zeewaterpeil van 3,05 m + NAP.

De ontwerpbasis werd bepaald aan de hand van de hoogst gemeten waterstand (4,7 m +NAP). Deze wordt bijgewerkt door extrapolatie van tabellen met gegevens over hoogwater overschrijdingsfrequenties, aangevuld met verschillende factoren zoals golfhoogte. Dit heeft geresulteerd in een DBF van 7,3 m +NAP. De DBF wordt elke tien jaar tijdens de PSR geëvalueerd. Indien nodig worden voorzieningen aangebracht. Een inspectieprogramma is ingesteld voor het zekerstellen van de ontwerp-niveaus.

De vergunninghouder heeft belangrijke verbeteringsmogelijkheden aangewezen om de robuustheid van de installatie wat betreft overstromingen te vergroten. In 2013 zal de kerncentrale Borssele in het kader van de PSR een nieuwe evaluatie van de DBF uitvoeren.

Gezien de zeer specifieke aanpak van overstromingsbescherming in Nederland, die steunt op het landelijke dijkensysteem, adviseren de beoordelaars echter grondig te onderzoeken of deze aanpak consistent is met de nieuwe IAEA-richtlijn (SSG-18):

*“Een kernenergiecentrale dient op een van de volgende manieren tegen het ontwerp-overstromingsniveau beschermd te worden:*

*(a) Het ‘dry site’ concept (...)*

*(b) Permanente externe keringen zoals dijken, dammen en schotten (...) Het is ook belangrijk dat externe keringen periodiek worden geïnspecteerd, bewaakt en onderhouden, zelfs wanneer ze niet onder de verantwoordelijkheid van de vergunninghouder vallen. (...)*

*Voor beide benaderingen dient als redundante maatregel tegen overstromen van de locatie de bescherming van de centrale tegen extreme hydrologische fenomenen aangevuld te worden door het waterdicht maken van de centrale en door een juist ontwerp van alle items die nodig zijn voor de fundamentele veiligheid van de centrale onder alle omstandigheden. Alle overige constructies, systemen en componenten van belang voor de veiligheid dienen bestand te zijn tegen de gevolgen van een ontwerp-overstroming.”*

## **2.3 Beschrijving van huidige situatie in centrale met betrekking tot extreem weer**

### **2.3.1 DB Extreme weersomstandigheden**

*2.3.1.1 Regelgevingsbasis voor veiligheidsevaluatie en toezicht van regelgevende instantie (nationale vereisten, internationale normen, vergunningenbasis al in gebruik in een ander land,...)*

Wettelijke vereisten zijn niet in het Nationaal Rapport opgenomen. De ontwerpbasis is hoofdzakelijk voortgekomen uit normeringen voor civiele techniek en uit klimaatmodellen.

*2.3.1.2 Berekening van extreme weersbelastingen*

De volgende verschijnselen werden onderzocht:

- maximum en minimum watertemperatuur
- extreem hoge en lage luchttemperatuur (geen ontwerpbasis gespecificeerd)
- extreem krachtige wind (met inbegrip van wervelstormen en orkanen)

- door de wind aangevoerde projectielen en hagel
- ijsvorming
- zware regenval en zware sneeuwval
- blikseminslag (op basis van Kerntechnischer Ausschuss (KTA) normen)
- realistische combinaties van bovenstaande

Het rapport behandelt slechts kort de invloed van externe invloeden op SSC's. De periode voor het verzamelen van gegevens voor het bepalen van de ontwerpbasis varieert van 30 tot 60 jaar, zoals vermeld tijdens de peer review.

De waarden voor watertemperatuur kennen verwijzingen naar observaties. De periode waarin deze observaties gedaan werden is echter niet bekend.

#### *2.3.1.3 Belangrijkste vereisten met betrekking tot dit aandachtsgebied*

In de ontwerpbasis zijn geen maximaal toelaatbare waarden voor verschillende parameters vastgelegd. Voor blikseminslag werden de vereisten gebaseerd op de KTA-normen.

#### *2.3.1.4 Technische achtergrond voor vereisten, veiligheidsevaluatie en toezicht (deterministische benadering, PSA, Operational Experience Feedback)*

De veiligheidsevaluatie werd voornamelijk gedaan op basis van criteria voor civiele techniek en technisch inzicht.

De ontwerpbelasting van de gebouwen is hoger dan de ontwerpbasis voor wind. De maximaal te verwachten windsnelheid wordt voldoende gedekt door de drukgolf van een explosie waartegen de gebouwen zijn ontworpen.

Door de wind aangevoerde projectielen en hagel vallen binnen de grenzen van de ontwerpbasis voor het neerstorten van een klein vliegtuig.

Geloofwaardige combinaties van extreme weersomstandigheden zijn onderzocht en er werden geen substantiële tekortkomingen gevonden.

Effecten van ongevallen op nabijgelegen industrieterreinen zijn eveneens onderzocht.

#### *2.3.1.5 Periodieke veiligheidsevaluaties (regelmatig en/of recentelijk uitgevoerd)*

Algemene informatie over de PSR's is samengevat in paragraaf 2.1.1.5. Een diepgaande analyse van de verwachte frequentie van de onderzochte weersomstandigheden vormt onderdeel van de lopende periodieke veiligheidsevaluatie. In 2012 wordt er onderzoek gedaan naar de gevolgen voor de installatie van een superstorm die eens per miljoen jaar kan optreden.

#### *2.3.1.6 Conclusies met betrekking tot toereikendheid van ontwerpbasis*

Geconcludeerd kan worden dat de bescherming geen gebreken bevat, hoewel er ruimte bestaat voor verbetering. De mogelijke verbeteringen worden behandeld in de evaluatie van de veiligheidsmarges.

#### *2.3.1.7 Overeenstemming van installatie(s) met huidige vereisten voor ontwerpbasis*

Veiligheidsevaluaties worden elke tien jaar uitgevoerd om ervoor te zorgen dat aan de actuele eisen wordt voldaan. In het algemeen is de vereiste bescherming tegen externe invloeden zodanig gedefinieerd dat de kans op een incident met ernstige gevolgen door extreme weersomstandigheden kleiner is dan de kans op een incident of ongeval met ernstige gevolgen waarvan de oorzaak binnen de installatie ligt.

### **2.3.2 Onderzoek naar robuustheid van installatie(s) bovenop de ontwerpeis**

#### *2.3.2.1 Gehanteerde werkwijze voor vaststellen veiligheidsmarges*

Voor water- en luchttemperatuur, windkracht, ijsvorming, regenval, sneeuwval en blikseminslag zijn veiligheidsmarges beschouwd. De maximaal toelaatbare waarden en voorzienbare weersomstandigheden zijn met elkaar vergeleken.

#### *2.3.2.2 Belangrijkste onderzoeksresultaten m.b.t. veiligheidsmarges en cliff-edge effecten*

Marges zijn aanwezig maar zijn niet altijd in detail gekwantificeerd. Er werden geen *cliff-edge effecten* geconstateerd.

#### *2.3.2.3 Goede veiligheidsvoorzieningen en vastgestelde verbeteringsmogelijkheden*

- Onderzoek naar de minimumdiepte voor ondergrondse leidingen voor vorstbescherming
- Mogelijkheid om dieselgeneratoren te gebruiken bij extreem lage temperaturen.
- Mogelijke effecten van door de wind opgejaagde sneeuw op daken.

#### *2.3.2.4 Mogelijke maatregelen om de robuustheid te verbeteren*

Maatregelen geconstateerd door de vergunninghouder: checklists voor controlerondes tijdens/na extreme weersomstandigheden.

#### *2.3.2.5 Maatregelen (ook onderzoek) al besloten of ingevoerd door de vergunninghouder en/of vereist door toezichthouder*

De toezichthouder steunt de voorstellen van de vergunninghouder, hoewel de effectiviteit van de maatregelen geëvalueerd moet worden voorafgaand aan invoering.

Zware regenval levert voor de installatie geen onoverkomelijke problemen op. Een bijzonder geval vormt de accumulatie van bluswater wanneer tijdens brandblusactiviteiten als afvoerpijpen verstopt zouden zijn. De mogelijke gevolgen van deze accumulatie moeten onderzocht worden.

Andere onderwerpen waarvoor aanvullend onderzoek geadviseerd wordt: de minimumdiepte voor optimale vorstbescherming van ondergrondse leidingen, het gebruik van de dieselgeneratoren bij extreem lage temperaturen en de mogelijke gevolgen van door de wind opgejaagde sneeuw op daken.

### **2.3.3 Conclusies en aanbevelingen peer review over dit aandachtsgebied**

De relevante verschijnselen van extreme weersomstandigheden worden meegewogen, maar informatie met betrekking tot deze evaluaties is beperkt. Tijdens het bezoek aan Nederland werd er echter aanvullende informatie geleverd.

De toezichthouder vindt dat er aanvullend onderzoek nodig is naar de kans op bevriezing van ondergrondse leidingen, gebruik van dieselgeneratoren bij extreem lage temperaturen, mogelijke gevolgen van opgejaagde sneeuw op daken en accumulatie van bluswater. De beoordelaars hebben ook nota genomen van het onderzoek dat uitgevoerd gaat worden naar superstormen met een zeer lang interval.



### **3 EVALUATIE VAN INSTALLATIE(S) MET BETREKKING TOT VERLIES VAN ELEKTRISCHE VOEDING EN VERLIES VAN WARMTEAFVOERMOGELIJKHEDEN**

#### **3.1 Beschrijving van de huidige situatie**

##### **3.1.1 Regelgevingsbasis voor veiligheidsevaluatie en toezicht (nationale vereisten, internationale normen, vergunningenbasis al in gebruik in een ander land,...)**

De regelgevingsbasis staat niet vermeld in het Nationaal Rapport. Tijdens de *peer review* werd uitgelegd dat de Nederlandse veiligheidsregels (met inbegrip van de regels voor LOOP, UHS en SBO) voor een groot deel gebaseerd zijn op het IAEA-systeem, met aanpassingen zoals de implementatie van de WENRA-referentieniveaus. Nederland beschikt slechts over een beperkt nucleair programma en slechts één kernenergiecentrale. Daarom zijn de veiligheidsregels ingevoerd voornamelijk als onderdeel van de vereisten voor de vergunning. Bekende normen zoals de KTA-normen worden toegepast voor zover praktisch bruikbaar en na goedkeuring door de toezichthouder.

##### **3.1.2 Belangrijkste vereisten met betrekking tot het aandachtsgebied**

Het Nationaal Rapport bevat geen beschrijving van specifieke vereisten met betrekking tot LOOP, SBO of verlies van warmteafvoermogelijkheden. Tijdens het bezoek aan Nederland werd er echter aanvullende informatie geleverd.

De belangrijkste vereisten binnen dit aandachtsgebied zijn gebaseerd op de dienovereenkomstige IAEA-veiligheidsnormen (aangepast aan de Nederlandse situatie), met inbegrip van WENRA-referentieniveaus. In het bijzonder zijn de volgende documenten van toepassing: NVR NS-R-1 (veiligheidsontwerp), NVR NS-G-1.8 (noodstroomsystemen), NVR NS-G-1.9 (reactorkoelsysteem en bijbehorende systemen), NVR NS-G-1.10 (*containmentsystemen*). In sommige gevallen zijn aanvullende eisen opgelegd, zoals KTA3701 voor elektrische voeding in kernenergiecentrales.

##### **3.1.3 Technische achtergrond voor vereisten, veiligheidsevaluatie en toezicht (deterministische benadering, PSA, Operational Experience Feedback)**

De veiligheidsevaluaties van kernenergiecentrales omvatten zowel deterministisch als probabilistisch onderzoek (probabilistic safety analysis – PSA). Met behulp van een PSA wordt vastgesteld of een nucleaire installatie voldoet aan de gestelde risiconormen (niet specifiek nucleair), worden verbeteringspunten geïdentificeerd en wordt de bedrijfsvoering geoptimaliseerd. Dit is een voortdurend proces en een PSA wordt jaarlijks bijgewerkt. Wijzigingen aan de installatie en geactualiseerde incidentgegevens worden in dit proces meegewogen.

Tijdens de *peer review* werd uitgelegd dat de evaluaties in het kader van de stresstest werden uitgevoerd door het energiebedrijf, hoofdzakelijk op basis van een analytische (deterministische) benadering, daarbij geholpen door andere organisaties. De toezichthouder beoordeelde samen met diens organisaties voor technische ondersteuning de informatie van het energiebedrijf en stelde op basis daarvan zijn conclusies vast.

##### **3.1.4 Periodieke veiligheidsevaluaties (regelmatig en/of recentelijk uitgevoerd)**

Informatie over de periodieke veiligheidsanalyses is opgenomen in het Nationaal Rapport (hoofdstuk 7.1) en is samengevat in paragraaf 2.1.1.5.

Tijdens de *peer review* kwam naar voren dat de periodieke veiligheidsevaluaties een belangrijke rol spelen bij de verbeteringen aan de veiligheid van de KCB. Tijdens eerdere PSR's werden afwijkingen van internationale voorschriften en praktijken geconstateerd en werden naar aanleiding daarvan belangrijke verbeteringen doorgevoerd, vooral met betrekking tot de gevolgen van externe gevaren zoals LOOP, SBO en verlies van de warmteafvoermogelijkheden. Hierbij werd de veiligheid van de centrale verbeterd en aangepast aan het meest recente Duitse ontwerp (Konvoi) waarmee de veiligheid

nu op een veel hoger niveau staat dan dat van het originele ontwerp. Twee van de belangrijkste verbeteringen werden aan de hand van PSR-resultaten doorgevoerd: introductie van het "bunkerconcept" en installatie van een alternatieve warmteafvoermogelijkheid.

Er is verklaard dat tijdens de komende periodieke veiligheidsevaluatie onderzoek gedaan zal worden naar mogelijkheden om de externe elektriciteitsvoorziening te verbeteren.

### **3.1.5 Voldoen van installatie aan huidige vereisten**

Het Nationaal Rapport geeft aan dat de installatie voldoet aan de gestelde vereisten van de vergunning. Dit is gebaseerd op decennia van toezicht. De beoordeling door de toezichthouder van de stresstest van de energiemaatschappij heeft geen afwijkingen aangetoond en bevestigt bovenstaande verklaring.

## **3.2 Evaluatie van de robuustheid van de installatie**

### **3.2.1 Gehanteerde werkwijze voor vaststellen veiligheidsmarges**

Verskillende alternatieven voor de stroomvoorziening aan de centrale werden door Nederland onderzocht, evenals de mogelijkheden voor het zekerstellen van het koelen van de reactorkern en de gebruikte splijstaven zoals gespecificeerd in de ENSREG-scenario's. Verschillende opties werden hierbij bekeken, met inbegrip van onconventionele middelen zoals mobiele installaties. Alle mogelijkheden werden geëvalueerd en voor de invoering van de maatregelen werd een tijdpad vastgesteld. Tot slot werden de autonomie en de capaciteit van de verdedigingslijnes geëvalueerd.

### **3.2.2 Belangrijkste onderzoeksresultaten veiligheidsmarges en cliff-edge effecten**

#### *3.2.2.1 Stroomvoorziening*

Nederland beschrijft verschillende mogelijkheden voor stroomvoorziening. Deze mogelijkheden zijn:

- aansluiting op het 150 kV elektriciteitsnet
- 10 kV aansluiting op het regionale elektriciteitsnet
- 6 kV aansluiting op aangrenzende kolencentrale
- noodstroomnetten met respectievelijk drie en twee dieselgeneratoren (aangeduid met NS1 en NS2)
- KCB in eilandbedrijf (met 81% kans op succes, op basis van ervaring)
- systeem voor ononderbroken voeding (accu's)
- mogelijkheid voor stroomvoorziening via de noodstroomgeneratoren van de kolencentrale
- op locatie aanwezige mobiel dieselaggregaat.

#### *3.2.2.2 Koelvoorzieningen*

De Westerschelde vormt de primaire warmteafvoermogelijkheid van de KCB. Het water uit de Westerschelde voedt het hoofdkoelsysteem, het nevenkoelsysteem en het noodkoelsysteem. In aanvulling hierop bestaan de volgende alternatieve warmteafvoermogelijkheden:

- acht diepe grondwaterputten voorzien het reservenoodkoelwatersysteem van water voor reactorkoeling (vanaf 13 uur na afschakelen vanuit vol vermogen) en/of het splijststofopslagbassin
- de atmosfeer waaraan via stoom uit de installatie warmte afgegeven kan worden

In aanvulling hierop kan de installatie worden voorzien van koelwater via het lage-druk brandblussysteem, tankauto's, het systeem met gedemineraliseerd water, en het openbare drinkwaternet, na het aanbrengen van speciale verbindingen of systeemshakelingen.

#### *3.2.2.3 Verlies van externe stroomtoevoer (LOOP)*

Binnen de ontwerpbasis van de installatie is rekening gehouden met LOOP. Het Nationaal Rapport bevat een analyse van verschillende situaties die zich kunnen voordoen, vermeldt voorzieningen ter preventie, geeft een schatting van de beschikbaarheid van voorzieningen en doet suggesties voor het uitbreiden en herstellen van de wisselstroom (AC) elektrische voeding. Het starten van de

dieselgeneratoren van NS1 (onderdeel van de noodstroomvoorziening) neemt in geval van LOOP 2 seconden in beslag, en vol vermogen wordt binnen 10 seconden bereikt. Twee van de dieselgeneratoren van NS1 beschikken over een eigen brandstofvoorraad waarmee minstens 72 uur bedrijf gegarandeerd is. De derde generator van NS1 bevindt zich op een andere locatie en fungeert als reserve. Deze generator heeft een brandstofvoorraad voor 25 uur. NS2 wordt alleen gebruikt als NS1 niet beschikbaar is. NS2 heeft twee afzonderlijke dieselgeneratoren die elk afzonderlijk in staat zijn de systemen voor veilige afschakeling van de centrale te ondersteunen (zie ook het Nationaal Rapport, paragraaf 5.1.1.1).

Wanneer de kolencentrale (die zelf niet tot de noodstroomvoorziening gerekend wordt) in bedrijf is, kan deze direct elektriciteit leveren. Binnen 30 minuten kan men beschikken over stroom van de dieselgeneratoren van de kolencentrale. De maximale bedrijfstijd van de dieselgeneratoren van de kolencentrale bedraagt 9 uur. Op de locatie is een mobiel dieselaggregaat van 1 MW aanwezig. Deze bevindt zich in een container op een oplegger die in geval van nood alleen met externe hulp (truck) over het terrein verplaatst kan worden naar de locatie van de NS2 dieselgeneratoren. Geschat wordt dat dit 2 uur in beslag neemt en het aansluiten nog eens 4 uur. Verder werd vermeld dat een elders gestationeerde generator binnen 8 uur op het terrein aanwezig kan zijn. Volgens de ENSREG-specificaties blijft de locatie gedurende 24 uur verstoken van aanvoer van kleine hulpmaterialen en mag op deze mobiele generatoren (op locatie of extern) voor het beheersen van de noodsituatie geen krediet worden genomen.

De maximale bedrijfstijd van een specifieke generator kan met behulp van brandstof uit de verschillende tanks verlengd worden. De minimumhoeveelheid dieselbrandstof in voorraad op locatie bedraagt 245 m<sup>3</sup>, voldoende voor het verlengen van de bedrijfstijd van een enkele noodstroomgenerator tot 1.300 uur. Dit vereist echter het overpompen van brandstof, waarvoor hulpmiddelen noch procedures beschikbaar zijn. Volgens het Nationaal Rapport zal deze situatie worden verbeterd om te zorgen voor langere inzetbaarheid van de noodstroomgeneratoren.

De accu's voor de ononderbroken AC voeding (voor motoraangedreven pompen en kleppen) hebben een gebruiksduur van 2,8 uur. Het is mogelijk dat tot 5,7 uur te verlengen, maar in dat geval zal de turbine schade oplopen als gevolg van het onbruikbaar zijn van de oliepomp (vergroten van de accu-capaciteit wordt overwogen).

Er is ook een evaluatie van de gevolgen van externe gevaren uitgevoerd. Vermeld wordt dat noodstroomnet NS2 met de bijbehorende twee dieselgeneratoren goed beschermd is tegen overstroming, aardbevingen en explosies. De mobiele generator zou echter in geval van overstroming niet beschikbaar kunnen zijn (momenteel wordt onderzocht of die situatie verbetering behoeft).

Er zijn legio mogelijkheden aanwezig om een LOOP-scenario voor ten minste 72 uur het hoofd te bieden zonder hulp van buitenaf.

### *3.2.2.3 Station blackout (SBO, totale uitval)*

- *SBO-1 met verlies van normale reservestroombronnen*

In dit scenario is het eerste noodstroomnet (NS1) niet beschikbaar. Elektrische voeding kan dan geleverd worden door het secundaire noodstroomnet (NS2) dat beschikt over twee dieselgeneratoren. De brandstofvoorraad is toereikend voor 72 uur. Met behulp van de totale brandstofvoorraad op de locatie kan dat tot 1.300 uur verlengd worden. Momenteel zijn er echter geen voorzieningen of procedures aanwezig om brandstof tussen de verschillende opslagtanks over te hevelen. Deze voorzieningen vallen onder de voorgenomen aanpassingen. Andere opties zijn levering van stroom door de aangrenzende kolencentrale, de bestaande mobiele generator en accu's. AC-voeding kan gedurende 5,7 uur worden geleverd. Gezien de ENSREG-aannames (zie vorige paragraaf) mag de beschikbaarheid van de op de locatie aanwezige mobiele dieselgenerator echter niet verondersteld worden.

De dieselgeneratoren van NS2 voorzien in een toereikende respons op het SBO-1 scenario voor een periode van 72 uur zonder enige externe ondersteuning. Technische voorzieningen en procedures voor het overpompen van brandstof zullen worden ontwikkeld in het kader van de verbeteringsmaatregelen.

- *SBO-2 met verlies van permanent aanwezige normale en diverse reserve AC stroombronnen*

Nederland beschrijft deze situatie als het verlies van alle AC stroombronnen – het noodstroomnet, aansluiting op het net van de kolencentrale en de dieselgeneratoren. In deze situatie vormen de accu's de enige beschikbare stroombron. De ontlaadtijd van de 220 V accu's bedraagt meer dan 2 uur. Met behulp van bepaalde procedures (beperking van de belasting) kan dat verlengd worden tot maximaal 5,7 uur. Mogelijkheden voor aanvullende stroombronnen worden onderzocht. Accu's kunnen worden opgeladen zodra de stroomspanning (het normale net of NS1) is hersteld. Het opladen van de accu's neemt 8 uur in beslag.

Kritieke tijdslijmieten (*cliff-edge* effecten), zoals de tijd tot kernschade, zijn niet aan de orde omdat die situatie alleen optreedt bij verlies van de warmteafvoermogelijkheid in combinatie met verlies van voeding.

#### *3.2.2.4. Verlies van warmteafvoermogelijkheden (Loss of Ultimate Heat Sink, UHS)*

Nederland geeft een analyse van de verschillende situaties gerelateerd aan verlies van de warmteafvoermogelijkheid en de gevolgen voor zowel het koelen van de reactor als het koelen van het splijststofopslagbassin. Volgens het rapport valt verlies van de primaire warmteafvoermogelijkheid binnen de ontwerpbasis van de kernenergiecentrale Borssele en zijn voor koeling geen aanvullende middelen nodig. Desondanks kan het nodig zijn het splijststofopslagbassin op een alternatieve manier te koelen. Deze alternatieven worden in het rapport beschreven. Kernkoeling is zeker gesteld door het van water voorzien van de stoomgeneratoren vanuit een variëteit aan watervoorraden (primair en secundair watertoevoersysteem, demiwatersysteem, reservesysteem) gedurende 75 uur. Stoom wordt via de stoomkleppen afgelaten. Voor het afvoeren van vervalwarmte kan een koelcircuit worden gevormd door de conventionele en reservekoelwatersystemen te voeden via het lagedruk brandblussysteem. Een andere optie die na 13 uur beschikbaar komt, is het reservekoelsysteem (beschermd tegen externe gevaren), gevoed door acht diepe grondwaterputten. Deze laatste optie voorziet in oneindige watertoevoer. Het splijststofopslagbassin kan voor langere tijd op verschillende manieren gekoeld worden (reserve koelsysteem, lagedruk brandblussysteem).

Er zijn verschillende opties voor het langer dan 72 uur en zonder externe ondersteuning koelen van de kern en het splijststofopslagbassin.

Bij verlies van zowel de primaire als de secundaire warmteafvoermogelijkheid kan de koeling worden voortgezet met behulp van de watervoorraden op de locatie. Voor de afkoelfase geldt hetzelfde scenario als bij verlies van de primaire warmteafvoermogelijkheid. Er kan in koeling worden voorzien door de conventionele en reservekoelwatersystemen te voeden via het lage-druk brandblussysteem (UJ) om warmte van de kern af te voeren tijdens de afkoelfase. Het UJ-systeem heeft een eigen tank die goed is voor ca. 7 uur koelen. Daarna kan de tank bijgevuld worden met water uit de waterleiding of uit tankauto's (die water uit de blusvijver of Westerschelde pompen).

Dit systeem kan ook worden ingezet voor het koelen van het splijststofopslagbassin.

Nederland concludeert dat de genoemde (afkoel)tijden in geval van verlies van de primaire en secundaire warmteafvoermogelijkheid afhangen van de volgende beschikbare opties:

- de afkoelfase van de reactor kan tot langer dan 14 dagen verlengd worden met behulp van alle op de locatie aanwezige watervoorraden;
- de nakoelfase vereist alleen het brandblussysteem of aanvoer per tankauto, goed voor respectievelijk 10 en 13 uur koelen (afhankelijk van watervoorraad) wanneer het afvoeren van restwarmte drie uur na afschakelen van de reactor begint, en goed voor respectievelijk 11 en 16 uur koelen wanneer het afvoeren van restwarmte 13 uur na afschakelen van de reactor begint;
- het koelen van het splijststofopslagbassin kan tot meer dan 14 dagen verlengd worden, mits verdamping wordt geaccepteerd. Het koelen kan voor onbeperkte duur verlengd worden door de watervoorraad aan te vullen met water uit de waterleiding of uit de Westerschelde, ervan uitgaande dat er voldoende energiebronnen aanwezig zijn om dat te doen.

De verlies van zowel de primaire als de secundaire warmteafvoermogelijkheid is een buiten-ontwerpscenario. Uitval kan gedurende lange tijd worden beheerst door het lage-druk bluswatersysteem aan te vullen met water uit de waterleiding of uit tankauto's. De robuustheid en betrouwbaarheid van het brandblussysteem (UJ) dient aangetoond en eventueel verbeterd te worden, zoals vereist door de toezichhouder.

De algemene conclusie is dat de installatie deze situatie (verlies van beide warmteafvoermogelijkheden) gedurende ten minste 72 uur zonder externe ondersteuning kan beheersen.

### 3.2.2.5. Verlies van warmteafvoermogelijkheden en totale uitval van elektrische voeding

Dit deel behandelt twee scenario's:

- Verlies van primaire warmteafvoermogelijkheid en SBO-1 (uitval van dieselgeneratoren NS1)
- Verlies van primaire warmteafvoermogelijkheid en totale SBO (NS1 en NS2 beide niet beschikbaar).

In het eerste scenario zal er geen probleem met de koeling ontstaan dankzij de beschikbaarheid van noodstroomvoorziening NS2 (dieselgeneratoren) en alternatieve warmteafvoermogelijkheid (diepe grondwaterputten).

In het tweede scenario zijn alle opties waarvoor elektriciteit nodig is niet beschikbaar. De door de stoomturbine aangedreven pomp kan gebruikt worden, en de secundaire *feed-and-bleed* methode kan ca. 3 uur gehanteerd worden tot de watervoorraad van de primaire en secundaire suppletiewatersystemen verbruikt is. Na deze korte periode kan het lagedruk brandblussysteem (UJ) water leveren gedurende ca. 8 uur op de eigen brandstofvoorraad. Na ca. 10 uur dient de UJ-tank bijgevuld te worden (via waterleiding of pompwaggen).

De operationele fases van nakoelen zijn niet in het Nationaal Rapport opgenomen. Vermeld wordt dat, wanneer er geen mogelijkheden zijn om de kern te koelen, er binnen enkele uren schade aan de splijtstofstaven zou ontstaan (tijdens de *peer review* werd over 6 uur gesproken). Verdere informatie is te vinden op pagina 5-17 van het Rapport van de Vergunninghouder. Hierin wordt de operationele status "primaire kringloop niet volledig gevuld" (*mid-loop*) als ernstigste scenario beschreven. Bij verlies van alle elektrische voeding (met inbegrip van noodgeneratoren) en zonder ingreep van het regelzaalpersoneel, begint na 15 minuten het water in het open primaire circuit te koken. Het blootliggen van de kern zou tot ongeveer 43 uur uitgesteld kunnen worden als het bedieningspersoneel kort na de stroomuitval de afsluiters – ook die binnen het *containment* – met de hand zou opendraaien. In het rapport van de vergunninghouder wordt aangekondigd dat een bedieningsprocedure zal worden opgesteld met een bijbehorende training. Tijdens de *peer review* werd vastgesteld dat het concept en de uitwerking van de desbetreffende procedure in behandeling was en dat oplossingen met systeemwijzigingen ook overwogen konden worden.

Als we ervan uitgaan dat de reactor werd afgeschakeld tijdens bedrijf en dat alle primaire en secundaire *feed-and-bleed* systemen beschikbaar zijn, duurt het ca. 12 uur voordat de kern bloot komt te liggen.

Ook het koelen van gebruikte splijtstofelementen in het splijtstofopslagbassin is geanalyseerd. Er wordt geconcludeerd dat bij algehele stroomuitval koeling alleen in de vorm van verdamping kan plaatsvinden. De watervoorraad in het bassin voorziet in tenminste 80 uur koeltijd voordat schade aan de splijtstofelementen optreedt.

Geconcludeerd moet worden dat:

- er in sommige scenario's grote afhankelijkheid bestaat van het UJ-systeem voor het leveren van koeling: volgens het Nationaal Rapport zal de robuustheid van dit systeem worden verbeterd
- de brandstofvoorziening voor de op diesel draaiende pomp vormt een *cliff-edge effect* waarvoor procedures opgesteld moeten worden: een van de verbeteringsmaatregelen in het Nationaal Rapport behandelt dit onderwerp (zie 3.2.5).
- de mogelijkheden om te kunnen omgaan met SBO-situaties tijdens *mid-loop* dienen te worden ontwikkeld en geformaliseerd.

- de beschikbaarheid van de aanwezige mobiele dieselgenerator dient te verbeteren, zodat de generator kan fungeren als aanvullende noodstroomvoorziening om de situatie onder controle te kunnen brengen (in het Nationaal Rapport is maatregel M5 bedoeld om de aansluitijd te bekorten, zie 3.2.5.; verbetering van de beschikbaarheid tijdens overstromingssituaties is vereist in het kader van de WANO-inspectie).

### **3.2.3 Goede veiligheidsvoorzieningen en geconstateerde verbeteringsmogelijkheden**

Als goede veiligheidsvoorzieningen kunnen worden aangemerkt: de redundantie van noodstroomvoorzieningen (NS1 en NS2 dieselgeneratoren), en de nabijgelegen kolencentrale met eigen dieselgeneratoren die voor de KCB ingezet kunnen worden. Een ander sterk punt is de volwaardige alternatieve warmteafvoermogelijkheid bestaande uit 8 diepe grondwaterputten. Als een goede werkpraktijk moet het gebruik van de risicomonitor voor de planning van onderhoud tijdens bedrijf en revisieperiodes worden vermeld.

In een aantal scenario's voor SBO en verlies van warmteafvoermogelijkheden komt naar voren dat de installatie sterk afhankelijk is van het lagedruk brandblussysteem (UJ) voor het leveren van suppletiewater en/of koelwater. De robuustheid van dit systeem dient verbeterd te worden (zie 3.2.5). Dat de op de locatie aanwezige mobiele dieselgenerator alleen met behulp van externe ondersteuning naar het aansluitpunt verplaatst kan worden, wordt als zwak punt beschouwd. Volgens de aannames van ENSREG zou deze mobiele generator de eerste 24 uur of zelfs de eerste 72 uur na een incident niet inzetbaar zijn. Volgens het Nationaal Rapport wordt naar een oplossing gezocht om de aansluitijd te bekorten tot 2 uur (zie ook 3.2.5).

### **3.2.4 Mogelijke maatregelen voor het verbeteren van de robuustheid**

De energiemaatschappij heeft enkele aanvullende maatregelen voorgesteld om de robuustheid van de KCB in het licht van de scenario's voor verlies van elektriciteit en warmteafvoermogelijkheid te verbeteren. Deze maatregelen werden reeds goedgekeurd door de toezichthouder. De aangekondigde maatregelen ter verbetering van de robuustheid van de installatie staan vermeld in paragraaf 3.2.5 hieronder.

### **3.2.5 Maatregelen (ook onderzoek) al besloten of ingevoerd door vergunninghouder en/of vereist door toezichthouder**

De onderstaande voorstellen ter verbetering van de robuustheid van de KCB tijdens incidenten als LOOP, SBO en verlies van warmteafvoermogelijkheid werden gerapporteerd en gepresenteerd tijdens de *peer review*:

- verbetering van de robuustheid door een extra netaansluiting op het nabijgelegen 400kV net
- uitbreiding van de mogelijkheden om dieselbrandstof over te pompen naar verschillende locaties
- de aansluitijd van de mobiele dieselgenerator(en) bekorten
- invoeren van richtlijnen voor schadebeheersing (Extensive Damage Management Guides - EDMG) zoals voor het aansluiten van de kolencentrale op noodstroomnet 1, het rechtstreeks pompen van brandbluswater in het alternatieve systeem van grondwaterpompen
- vergroten van de inzetbaarheid van stoom voor het aandrijven van het noodvoedingswatersysteem in geval van volledige uitval van elektriciteit (uitval van noodstroomnetten 1 en 2)
- trainen in gebruik van de procedures (nog te ontwikkelen) en acties tijdens *mid-loop* operaties in geval van volledige uitval van elektriciteit (uitval van noodstroomnetten 1 en 2)
- implementatie van een extra reservekoelsysteem voor splijtstofopslagbassin
- inventarisatie van mogelijk te nemen acties ter voorkoming van het opraken van de voorraad dieselbrandstof voor het brandblussysteem en de brandweer.

De toezichthouder keurt de door de energiemaatschappij voorgestelde acties goed. In aanvulling daarop werden enkele andere maatregelen verzocht:

- evaluatie van de ontwerpclassificatie en testen van de constructies, systemen en componenten (SSC's) die nodig zijn voor het beheersen van ernstige ongevallen

- verhogen van de voorraad smeerolie
- analyses van de hoogste kerntemperaturen tijdens de koelfases
- evaluatie van de koelmogelijkheden bij verlies van het externe net, noodstroomnetten 1 en 2 en het niet beschikbaar zijn van mogelijkheden voor secundaire *bleed-and-feed*
- testen van maatregelen voor het herstellen van de stroomvoorziening zoals inzet van de mobiele dieselgenerator en aansluiting van het systeem op dat van de kolencentrale
- robuustheid van het brandblussysteem verbeteren.

### **3.3 Conclusies en aanbevelingen van de peer review over dit aandachtsgebied**

Het Nationaal Rapport vermeldt dat de energiemaatschappij een allesomvattende robuustheidsonderzoek van de KCB heeft uitgevoerd en dat maatregelen zijn voorgesteld om de veiligheid ten aanzien van incidenten zoals LOOP, SBO en verlies van de warmteafvoermogelijkheid (zonder externe ondersteuning) te vergroten. De voorgestelde maatregelen zijn door de toezichthouder geëvalueerd. De evaluatie door de toezichthouder was voldoende onafhankelijk en robuust, hoewel verdere evaluatie nog gaande is.

Nederland gaf aan dat constructies, systemen en componenten met betrekking tot LOOP, SBO en verlies van warmteafvoermogelijkheid (zonder externe ondersteuning) onder voldoende toezicht van het energiebedrijf staan en regelmatig geïnspecteerd worden. De resultaten van de stresstest worden verder geanalyseerd en zullen leiden tot aanvullende inspecties.

Nederland gaf nadere uitleg over sommige maatregelen (bijv. over de beschikbaarheid van diepe grondwaterputten) waartoe het energiebedrijf direct na de gebeurtenissen in Fukushima besloot.

De mogelijkheden om te kunnen omgaan met SBO-situaties tijdens *mid-loop* operaties dienen te worden ontwikkeld en aangevuld met bijbehorende procedures die gevalideerd moeten worden. Vanwege de beperkte reactietijd voor manuele interventie en de verslechterende toegankelijkheid van het *containment* nadat het water in het primaire open circuit is gaan koken, dient de mogelijkheid voor het gebruik van op afstand bedienbare afsluiters voor het regelen van de toevoer van suppletiewater bij SBO tijdens *mid-loop* operaties ook onderzocht te worden.

De benodigde tijd voor het operationeel maken van de op de locatie aanwezige mobiele dieselgenerator wordt bekort om deze als laatste redmiddel in geval van totale SBO te kunnen inzetten. Mogelijkheden voor het vergroten van de robuustheid van de noodstroomvoorziening via mobiele voorzieningen, en ook via kleinere draagbare apparatuur, dienen verder onderzocht te worden, daarbij externe ondersteuning overwegend.

Nederland maakte melding van een plan voor het implementeren van modificaties en andere maatregelen voor verdere verbetering van de veiligheidsvoorzieningen, welke door de exploitant met inachtneming van de uitkomsten van de stresstest en peer review voorbereid zullen worden. Dit zal door de toezichthouder worden besproken en goedgekeurd.

## **4 EVALUATIE VAN INSTALLATIE(S) MET BETREKKING TOT BEHEERSING VAN ERNSTIGE ONGEVALLLEN**

### **4.1 Beschrijving van huidige situatie**

#### **4.1.1 Regelgevingsbasis voor veiligheidsevaluatie en toezicht (nationale vereisten, internationale normen, vergunningenbasis al in gebruik in een ander land,...)**

De Nederlandse Kernenergiewet biedt het kader voor nucleair veiligheidsmanagement. Binnen dit kader voorzien verordeningen in aanvullende voorschriften met inbegrip van voorwaarden voor vergunningverlening en vereisten voor risicoanalyses, specifiek die voor de beheersing van ernstige ongevallen.

De toezichthouder kan ook Nucleaire Veiligheidsregels (NVRs) uitgeven – het derde niveau binnen het regulerende kader. Hierdoor kon de toezichthouder internationale veiligheidsnormen aan de vergunning verbinden, waaronder de WENRA-referentieniveaus en de IAEA-veiligheidseisen en -richtlijnen (momenteel 47). Tot de gekoppelde normen behoren onder meer de “Severe Accident Management Programmes for NPPs” (NS-G-2.15).

De gebruiksvergunning voorziet in de basisvereisten voor het voorbereid zijn op noodsituaties, met daarin bijvoorbeeld opgenomen vereisten voor het houden van rampenoefeningen.

De Nederlandse benadering betekent in principe dat regulering wordt opgelegd in overeenstemming met de actuele internationale praktijk, en dat deze benadering flexibel genoeg is om bij wijzigingen hierin verdere eisen te stellen. De toezichthouder is het met deze opstelling eens en verklaart dat het Nederlandse regulerende kader voldoende macht geeft om aanvullende eisen op het gebied van beheersing van ernstige ongevallen te stellen indien dat nodig geacht wordt. Het belangrijkste instrument hiervoor is de gebruiksvergunning.

#### **4.1.2 Belangrijkste vereisten met betrekking tot dit aandachtsgebied**

De Verordeningen omvatten specifieke eisen voor berekende risico's. Dit zijn algemene eisen die gelden voor alle industriële activiteiten in Nederland. Hierin wordt gesteld dat de risico's kleiner moeten zijn dan:  $10^{-6}$  per jaar voor het individuele risico (sterfte) als gevolg van het bedrijven van een installatie,  $10^{-5}$  per jaar voor het groepsrisico, dat wil zeggen het risico rechtstreeks te wijten aan gebeurtenissen die leiden tot 10 dodelijke slachtoffers of meer. Aanvullende criteria vereisen een honderdvoudige reductie van deze limiet voor elke tienvoudige stijging van het voorspelde aantal dodelijke slachtoffers.

Zoals reeds eerder werd opgemerkt, zijn de veiligheidsnormen van de WENRA en IAEA in de vergunning opgenomen. Dit proces garandeert dat de opgelegde eisen in overeenstemming zijn met de brede internationale praktijk. Met betrekking tot de beheersbaarheid van ernstige incidenten suggereert de inhoud van het Nationaal Rapport dat dit onderwerp voldoende is afgedekt.

#### **4.1.3 Technische achtergrond voor vereisten, veiligheidsevaluatie en regulering (deterministische benadering, PSA, Operational Experience Feedback)**

De vergunninghouder heeft PSA's uitgevoerd op niveaus 1, 2 en 3, met medeneming van externe gevaren. De PSA van niveau 3 (die het computerprogramma COSYMA gebruikt) resulteert in geschatte risiconiveaus in overeenstemming met de hierboven genoemde wettelijke criteria. Dit zijn zogenaamde “levende” PSA's, hetgeen wil zeggen dat ze jaarlijks worden bijgewerkt.

In Nederland worden de frequenties van vroege, late en zeer late lozingen berekend voor alle operationele statussen. De frequenties van lozingen van grote hoeveelheden worden niet berekend en niet in de vergunningenbasis gehanteerd. In plaats daarvan zijn de hierboven genoemde risiconiveaus (inclusief individuele en groepsrisico's) in het vergunningenstelsel opgenomen.



De berekende totale *core damage frequency*, genomen over alle vermogensfases, bedraagt  $2,12 \times 10^{-6}$ /jaar. Dit omvat een waarde voor *core damage frequency* met vroege radioactieve ontsnapping van  $2,34 \times 10^{-8}$ /jaar (1,1% van totaal).

Voor de aanpak van een ernstig incident bestaan twee strategieën. De eerste voor het beheersen van het incident binnen het reactorvat, en als dit faalt, de tweede voor het vasthouden van *corium* (gesmolten kernmateriaal) binnen het *containment*. De vergunninghouder evalueert momenteel internationaal onderzoek om deze strategieën beter te onderbouwen.

SAMG's (richtlijnen voor de beheersing van ernstige ongevallen) zijn in de KCB in gebruik sinds 2000 als een van de uitkomsten van de PSR van 1993. Hun toepasbaarheid werd uitgebreid met niet-vermogenssituaties na de PSR van 2003. De SAMG's zijn gebaseerd op de generieke SAMG's, samengesteld door de Westinghouse Owners Group, en werden in 2003 beschouwd als de meest geavanceerde richtlijnen. Ze zijn bedoeld voor incidentscenario's die het gevolg zijn van ernstige externe gevaren zoals aardbevingen en overstromingen, waarbij er gevaar voor uiteindelijke kernsmelt bestaat.

De SAMG's bevatten richtlijnen voor het gebruik van overdrukkleppen en verschillende sproei-opties voor het beheersen van de druk in het reactordrukvat (RPV). Voor een incident buiten het drukkvat beschikt het *containment* ( $37.100\text{m}^3$ ) over gefilterde drukontlasting, een sproei-installatie, luchtkoelers, een recirculatiesysteem met filters en passieve autokatalytische waterstofrecombinatoren (PAR's). Het *containment* is berekend op een overdruk van 3,8 bar maar is niet voorzien van een *core catcher* (voorziening om gesmolten kernmateriaal op te vangen).

#### 4.1.4 Periodieke veiligheidsevaluaties (regelmatig en/of recentelijk uitgevoerd)

Informatie over de periodieke veiligheidsanalyses is opgenomen in het Nationaal Rapport (paragraaf 7.1) en is eerder in dit rapport als samenvatting opgenomen (paragraaf 2.1.1.5). De drie voorgaande periodieke veiligheidsevaluaties hebben geresulteerd in aanzienlijke verbeteringen in de beheersing van ernstige ongevallen. De volgende doorgevoerde verbeteringen zijn het vermelden waard:

1986: Introductie van het bunkerconcept met dieselgeneratoren, reservesystemen voor suppletiewater (TW) en voedingswater (RS)

1997: Verbeteringen aan systemen voor nakoelen

Nieuwe noodstroomgeneratoren

Gefilterde drukontlasting van het *containment*

Voorzieningen voor waterstofbeheersing (PAR's) voor kernsmeltscenario's

Grotere onafhankelijkheid van veiligheidssystemen

Introductie van SAMG's

Autonomietijd voor externe ontwerpongevallen verlengd naar 24 uur en autarkietijd naar 10 uur

Reserveregelzaal en beschermingssysteem voor reactor toegevoegd aan bunkerconcept

Installatie van afsluiters voor primaire *bleed-and-feed* (geen hogedruk kernsmeltscenario's)

Installeren van alternatief warmteafvoermogelijkheid (VE)

2006: Autonomietijd voor ontwerpongevallen verlengd naar 72 uur

Verdere verbetering van voorzieningen voor koelen en noodstroom

Grotere overstromingsmarges dankzij verplaatsen van luchtinlaten van noodstroomgeneratoren

Nieuwe *crash tender* voor het bestrijden van grote kerosinebranden

Uitbreiding van SAMG's naar afschakelcondities (shut-down)

Autonomietijd voor externe ontwerpongevallen verlengd naar 72 uur

In de jaren 90 van de vorige eeuw verzocht de toezichthouder de vergunninghouder (EPZ) een programma voor verouderingsbeheer in te voeren. Dit programma werd ingevoerd om ernstige ongevallen te helpen voorkomen door de fysieke achteruitgang van veiligheidssystemen, -constructies en -componenten (SSC's) te beheersen. Deze verplichting werd in 1995 toegevoegd aan de

vergunningvoorwaarden. Een daaropvolgende IAEA AMAT-missie evalueerde het programma. Aan de hand van de suggesties die tijdens deze missie werden gedaan, werd het programma verbeterd. Verouderingsbeheer is zeer belangrijk in verband met het verlengen van de levensduur (van de KCB) en voor de evaluatie van degradatie. Voorbeeld: nieuwe testcoupons van het reactormateriaal worden blootgesteld in de reactor om het bros worden van de neutronen na 60 jaar na te bootsen.

#### **4.1.5 Voldoen van installatie aan huidige vereisten (nationale vereisten, WENRA-referentieniveaus)**

Zoals reeds eerder opgemerkt heeft de Nederlandse toezichthouder bevestigd dat de KCB blijft voldoen aan de doorlopende verplichtingen van de nationale vergunningenbasis en andere wettelijke voorschriften. In aanvulling daarop, zoals hierboven reeds is vermeld, zijn de veiligheidsnormen van de IAEA en de WENRA-referentieniveaus aan de vergunningenbasis toegevoegd via NVR's.

Het voldoen aan de vereisten van WENRA werd recentelijk bevestigd als onderdeel van het WENRA Reactor Harmonization Working Group (RHWG) waartoe de toezichthouder het initiatief nam. Aangezien het voldoen aan de WENRA-referentieniveaus niet binnen het aandachtsgebied van de stresstest viel, werd de mate waarin aan deze vereisten werd voldaan besproken tijdens het landenbezoek. De KFD (Kernfysische Dienst) bevestigde tijdens het evaluatieproces dat voldaan is aan de WENRA-referentieniveaus van 2008, waarna deze in de Nucleaire Veiligheidsregels zijn opgenomen.

Tijdens de *peer review* verklaarde de KFD dat de vergunninghouder voor het verkrijgen van de vergunning, halverwege 2011, volledig moest voldoen aan alle nucleaire veiligheidsregels, uitgezonderd die voor de ontwerpserie. De vergunninghouder dient binnen alle redelijkheid zo veel mogelijk te voldoen aan de vereisten van de laatstgenoemde NVR's. De rechtvaardiging voor deze opstelling van de toezichthouder is dat het ontwerp van een oudere kerncentrale niet op dezelfde manier beoordeeld kan worden als die van moderne kerncentrales. Het verschil in de mate van naleving tussen bestaande NVR's en moderne voorschriften zal worden beschreven als onderdeel van de periodieke veiligheidsevaluatie van 2013. Eventuele verschillen tussen de NVR's en de referentieniveaus zullen worden aangewezen, en als onderdeel van het PSR-programma zal er tussen 2013 en 2017 een nalevingsplan opgesteld worden. Echter, kwesties met een potentieel grote impact op de veiligheid zullen zo snel als redelijkerwijs mogelijk aangepakt worden.

## **4.2 Evaluatie van de robuustheid van de installatie**

### **4.2.1 Toereikendheid van huidige organisatie en operationele en ontwerpvoorwaarden**

#### *4.2.1.1 Organisatie en beheersmaatregelen van de vergunninghouder*

IAEA GS-G-2.1, '*Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency*', is als een NVR gevoegd bij de bedrijfsvergunning en is daardoor van toepassing op de KCB.

De KCB heeft gestandaardiseerde maatregelen voor het regelen van de installatie in geval van een ernstig incident. De luchttoevoer van de primaire regelzaal (MCR) wordt gefilterd en in geval van stroomuitval (SBO) kunnen de beschikbare persluchtmaskers gebruikt worden. Er is ook een reserveregelzaal beschikbaar (ondergebracht in een bunker en voorzien van gasdichte deuren, maar niet van gefilterde luchttoevoer) voor het gecontroleerd afschakelen en koelen van de kern en het splijtstofopslagbassin. Beide regelzalen beschikken over robuuste toegang tot de systemen van de centrale om maatregelen ter bestrijding van een ernstig incident te kunnen uitvoeren. Radiologische analyse laat zien dat beide bruikbaar blijven, zelfs in geval van een zeer ernstig incident, hoewel de toezichthouder om verdere bevestiging hiervan heeft verzocht.

In Borssele werken zeven wachtploegen, elk aangestuurd door een wachtchef en elk bestaande uit ten minste acht operators. De wachtchef heeft de verantwoordelijkheid om te besluiten in hoeverre de alarmresponsorganisatie (ERO) van de vergunninghouder geactiveerd dient te worden. Zodra de ERO operationeel is, neemt de *site emergency director* de verantwoordelijkheid over. Uitgaande van gegevens die tijdens oefeningen werden verzameld, wordt de ERO binnen 45 minuten opgezet (ook buiten normale werktijden) en is dan 30 minuten later operationeel.

De opzet van de ERO lijkt sterk op die in andere landen die aan de stresstest hebben meegedaan. De ERO ondersteunt de activiteiten binnen de installatie bij (ernstige) ongevallen en combineert aspecten van industriële veiligheid met die van nucleaire noodsituaties. De verantwoordelijkheden van de ERO bestrijken alle aandachtsgebieden die bij het beheersen van ernstige ongevallen betrokken zijn. De ERO is een schaalbare organisatie: het aantal medewerkers dat wordt opgeroepen (via piepers, telefoon) hangt samen met de omvang van de noodsituatie. De toezichthouder vreest echter dat er niet onder alle omstandigheden voldoende mensen voor de ERO beschikbaar zullen zijn, zoals bij langdurige incidenten of in geval van verminderde toegankelijkheid van de locatie, en denkt dat er twee extra ploegen nodig zijn. Dit dient de vergunninghouder verder te onderzoeken.

De ERO wordt ondergebracht in de commandobunker (ACC). Deze voorziening is speciaal voor interne incidenten en noodsituaties gebouwd. De commandobunker is net als de reservevergaderzaal niet ontworpen tegen ernstige incidenten zoals een zware aardbeving, ernstige overstroming of vliegtuigcrash. De vergunninghouder heeft daarom de bouw van een nieuw en steviger alarmcoördinatiecentrum (ERC, Emergency Response Center) voorgesteld. Zo lang het nieuwe ERC nog niet klaar is, zal de ERO bij het eventueel onbruikbaar raken van de commandobunker moeten uitwijken naar een standaard vergaderruimte. Dit brengt echter een aanzienlijk verlies aan functionaliteit met zich mee (communicatievoorzieningen). Er zijn daarom interim maatregelen in voorbereiding om de voorzieningen in enkele vergaderruimten te verbeteren (hoewel niet met de voorzieningen van een volwaardig ERC).

De vergunninghouder heeft geen faciliteiten buiten de locatie, maar andere (hulp)organisaties beschikken wel over faciliteiten buiten de locatie, waarvan sommige mobiel, die in noodsituaties inzetbaar zijn. Een en ander is met andere organisaties contractueel vastgelegd.

De ERO is verantwoordelijk voor de contacten met de lokale en landelijke (overheids)instanties. De regelingen hier omvatten het plaatsen van een verbindingsofficier bij de plaatselijke autoriteiten voor ondersteuning op het gebied van communicatie en technische informatie tijdens een incident.

Het noodplan voorziet in het verstrekken van technisch advies bij incidenten. Hieronder valt toegang tot een 'denktank', opgezet door de toezichthouder, en tot de experts van de leverancier van de centrale (de in Duitsland gestationeerde crisisstaf van AREVA). Beide groepen kunnen online beschikken over de installatiegegevens en simulatorgegevens.

Het inspectieprogramma van de toezichthouder voor de KCB, dat ook de ERO omvat, is gebaseerd op IAEA GS-G-1.3 (*Regulatory Inspection of Nuclear Facilities and Enforcement by the Regulatory Body*). De inspecties omvatten het volgende: training van de ERO-medewerkers, handboek voor incidentbeheer, oefeningen door de ERO-medewerkers, gebruik van procedures door de ERO-medewerkers, communicatie (zowel intern als extern), procedures voor te nemen maatregelen bij een incident, toereikendheid van brontermanalyse, toereikendheid van radiologische voorspellingen.

Er vinden geregeld trainingen en rampenoefeningen plaats waarbij ook aandacht wordt besteed aan de wisseling van de ERO-ploegen. Scenario's worden bestuurd met behulp van de *full scope simulator* (deze bevindt zich in Essen, Duitsland), hoewel daarbij vermeld moet worden dat hiermee geen ernstige incidenten gesimuleerd kunnen worden. Rampenoefeningen kunnen zeer grootschalig worden opgezet: bij een recente landelijke oefening waren 1.000 mensen betrokken. De vergunninghouder presenteert jaarlijks een rapport over de gehouden oefeningen. De toezichthouder evalueert dit rapport. De KFD doet jaarlijks aan zes oefeningen mee. Een of twee KFD-inspecteurs zijn gestationeerd op de

responslocatie om de oefening te bekijken en te zien of de juiste maatregelen genomen worden om de veiligheidsfuncties te herstellen.

Medewerkers van het technisch ondersteuningscentrum (TSC) moeten gekwalificeerd zijn in het oplossen van zeven specifieke scenario's. Na hun certificering moeten ze elk jaar deelnemen aan opfriscursussen voor minstens twee van deze scenario's. De toezichthouder is desondanks van mening dat er nog ruimte is voor verbetering op het gebied van training, met name met betrekking tot SAMG's, waarbij de nadruk ligt op omstandigheden van beperkte toegankelijkheid van de locatie, te weinig ERO-medewerkers, beperkte beschikbaarheid van instrumenten, zware omstandigheden en incidenten van lange duur.

#### *4.2.1.2 Procedures en richtlijnen voor incidentbeheer (volbedrijf, beperkt bedrijf en afschakelen)*

De voorgaande paragrafen beschreven het gebruik en de historie van SAMG's in de KCB. In overeenstemming met de WENRA-referentieniveaus worden de SAMG's van kracht wanneer de noodbedieningsprocedures (EOP's) niet succesvol zijn bij de bescherming tegen een dreigende of echte kernsmelt. De SAMG's beschrijven de procedures voor het beperken van de gevolgen en het stabiliseren van de installatie. De noodbedieningsprocedures zijn gestoeld op benaderingen die gebaseerd zijn op gebeurtenissen en symptomen, zoals ontwikkeld door de Westinghouse Owners Group (WOG). Ook de SAMG's zijn afgeleid van de generieke benadering van de WOG. Er werden echter geen bijzondere problemen geconstateerd bij het toepassen van de Westinghouse-benadering op een installatie ontworpen door KWU.

De EOP's en SAMG's bestrijken een breed aandachtsgebied, inclusief de afschakelprocedures. De toezichthouder vertrouwt erop dat hun reikwijdte voldoende is en dat de EOP's en SAMG's elkaar aanvullen. Tijdens de *peer review* werden voorbeelden van SAMG's en documentatie (rapporten) van oefeningen aan de hand van SAMG's besproken.

De procedures zijn gebaseerd op dosislimieten specifiek voor ernstige incidentbeheersing scenario's (500 mSv voor levensreddende handelingen, 100 mSv voor operationele en ondersteunende handelingen, 100 mSv voor overige activiteiten nodig voor SAM). Ook menselijke factoren werden uitgebreid in overweging genomen. De noodbedieningsprocedures worden elke vier jaar en na ontwerpwijzigingen geëvalueerd, de SAMG's worden na ontwerpwijzigingen geëvalueerd. De SAMG's en noodbedieningsprocedures werden geverifieerd en gevalideerd na een rampoefening in 2000. KFD keurde deze validatie goed in augustus 2001.

De vergunninghouder werkt momenteel aan de ontwikkeling van zogenaamde Extensive Damage Mitigation Guidelines (EDMG's) ter aanvulling van de SAMG's. Deze benadering werd na de gebeurtenissen van 11 september 2001 ontwikkeld in de Verenigde Staten en is gericht op de ernstige infrastructurele problemen die als neveneffect van een grote ramp kunnen optreden, bijvoorbeeld het afsluiten van belangrijke wegen, of deuren die niet meer bruikbaar zijn voor toegang. De EDMG's vormen een 'levende' verzameling van specifieke richtlijnen (~ 15 richtlijnen). Voor eventueel aanvullende maatregelen naar aanleiding van de stresstest en/of de PSR van 2013 zijn eventueel aanvullende of gewijzigde richtlijnen vereist. In 2012 zal de vergunninghouder internationale voorbeelden analyseren en een procedure voor kwaliteitsborging voor EDMG's ontwikkelen. Volgens de planning zullen de EDMG's in 2012-2013 opgesteld worden.

Zoals eerder opgemerkt, vereist de toezichthouder betere opleiding voor het toepassen van SAMG's. De SAMG's werden in vergelijking met andere landen relatief vroeg opgesteld (jaren '90) en zijn gebaseerd op de toen geldende praktijk dat er optimaal gebruik van de beschikbare technieken moet worden gemaakt. De moderne benadering gaat echter uit van het gebruik van specifieke apparatuur ontworpen voor het beheersen van ernstige ongevallen (zoals PAR's, gefilterde drukontlasting, strategieën voor *bleed-and-feed*, inzet van mobiele pompen, noodstroomsystemen, enz.). De toezichthouder wenst de SAMG's te verbeteren zodat de procedures van de KCB meer in lijn liggen met gangbare internationale procedures.

De toezichthouder vraagt de vergunninghouder de wereldwijde ontwikkelingen in het post-Fukushima tijdperk met betrekking tot SAMG's te bestuderen en de eigen SAMG's waar nodig aan te passen.

#### 4.2.1.3 Technische voorzieningen voor de beheersing van ernstige ongevallen

De voorzieningen voor de reactor van Borssele werden hierboven kort aangestipt. Tot de voorzieningen behoren een stoompomp voor de aanvoer van water tijdens de eerste uren van stroomuitval, standaardvoorzieningen (overdrukkleppen en diverse sproei-installaties) voor het verlagen van de druk in het reactorvat na kernsmelt en voorzieningen voor het aflaten van de druk in het *containment* (gefilterde drukontlasting, sproeisysteem, luchtkoelers, gefilterd recirculatiesysteem en PAR's). De PAR's werden specifiek ontwikkeld voor ernstige ongevalsituaties.

De SAMG's gaan uit van het scenario dat de gesmolten kern door het reactorvat smelt, reden waarom de strategie is gebaseerd rond decompressie van het reactordrukvat ter voorkoming van de uitworp van smeltmateriaal. Dit is nodig omdat onderzoek heeft uitgewezen dat de mogelijke krachten op het reactordrukvat te hoog zouden kunnen zijn. Voor decompressie van het reactorvat kan men beschikken over verschillende stroomopties. In geval van overstroming blijven de accu's, geplaatst op flinke hoogte boven het maaiveld, altijd beschikbaar.

Er bestaat geen specifieke voorziening voor het koelen van het reactorvat. De vergunninghouder heeft in 2000 en in 2004 zonder een praktische oplossing te vinden de mogelijkheid onderzocht voor het onder water zetten van de ruimte waarin het reactorvat zich bevindt. De beperktheid van deze ruimte vormt hierbij het grootste obstakel, omdat dit stoom- of waterstofwolken onder hoge druk betekent. Dit aspect komt tijdens de volgende PSR opnieuw aan de orde. Opgemerkt moet worden dat een dergelijke voorziening nog bij geen enkele andere drukwaterreactor van KWU werd geïnstalleerd, maar wel op andere reactoren met vergelijkbaar vermogen.

Zoals hierboven reeds vermeld beschikt de centrale niet over een *core catcher*. Daarom zijn de strategieën voor ernstige ongevallen afhankelijk van voldoende koeling van het *corium* om te zorgen dat dat binnen het *containment* blijft. Onderzoeken hiernaar zijn in uitvoering. De analyses die zijn gebruikt voor het bepalen van de SAMG-strategieën vermelden de voorzichtige aanname dat gesmolten *corium* niet koelbaar is en uiteindelijk de grondplaat zal penetreren. Om doorsmelten van de grondplaat te voorkomen wordt daarom de druk binnen het *containment* verlaagd. In het algemeen wordt echter aangenomen dat het *corium* zich zal verspreiden en daardoor koelbaar wordt of zelfs tot stilstand komt mits de grondplaat dik genoeg is. De SAMG-strategieën benadrukken echter het onder water zetten van het *corium*.

In een extreem scenario kan de gefilterde drukontlasting gebruikt worden als een laatste optie om de druk binnen het *containment* te beheersen. De SAMG's schrijven voor de druk te ontlasten voordat de overdruk oploopt tot 6,3 bar (de ontwerp-overdruk is 3,8 bar). Het is mogelijk het gefilterde drukontlasting met de hand te bedienen. Op dit moment wordt voor dit systeem een seismische kwalificatie opgesteld.

Het systeem voor drukontlasting van het *containment* wordt met stikstof inert gehouden. De mogelijkheid van explosie/snelle verbranding in de ventilatieschacht is vanwege de aanwezigheid van de PAR's niet aan de orde.

Ook de aanwezigheid van onderdruk in het *containment* werd onderzocht. Er is een terugslagklep aangebracht die automatisch opent bij een bepaalde onderdrukwaarde. Deze klep kan ook met de hand bediend worden. Het systeem bestaat uit twee ketens met ieder twee motorbediende kleppen. Deze kleppen worden aangestuurd door signalen afkomstig van het ESFAS-systeem (systeem voor het activeren van technische veiligheidssystemen). De kleppen openen zich zodra een onderdruk van < 30 mbar wordt gedetecteerd. De kleppen sluiten zich zodra een onderdruk van < 10 mbar wordt gedetecteerd. Op deze manier werken ze als een terugslagklep (eenrichtingsklep). De klepmotoren worden gevoed door accu's. Twee parallelle ketens zorgen voor redundantie in de geopende richting.

Ze zijn isoleerbaar omdat de twee kleppen sequentieel bediend worden (beveiligd tegen falen in de sluitrichting).

In aanvulling op verminderen van de druk via het drukontlastingssysteem kan de sproei-installatie van het *containment* gebruikt worden, hoewel dit systeem hoofdzakelijk is bedoeld voor het wegspoelen van radioactieve restproducten. Het sproeisysteem bevat borium, bovendien is het mogelijk andere chemicaliën eraan toe te voegen.

Na eerdere modernisering is de aanwezige instrumentatie voor de beheersing van ernstige ongevallen ook geschikt voor incidenten waarbij verlies van koelmiddel (LOCA) optreedt. Dit is in alle opzichten voldoende met uitzondering van de stralingsniveaus die kunnen voorkomen bij een kernsmeltscenario waarbij de kern buiten het reactorvat terechtkomt. Verder is er een druksensor voor het *containment* vervangen door een sensor van een type dat drukken boven de ontwerpdruk van de *containment* kan verwerken om te zorgen dat het *containment* volgens de SAMG's geventileerd kan worden. Alle instrumentatie voor (het meten van) straling en radioactieve lozing is berekend op scenario's waarbij veel straling vrijkomt.

Het Nationaal Rapport vermeldt dat de toezichthouder erkent dat in het rapport van de vergunninghouder, voor evaluatie van hypothetische ENRSREG-scenario's, de vergunninghouder zijn vertrouwen uitspreekt in bepaalde constructies, systemen en componenten (SSC's) die niet werden ontworpen, geclassificeerd of getest op hun functie binnen de beheersing van ernstige ongevallen. Dit is een gebruikelijke en aanvaardbare benadering van ongevalbeheersing voorbij de ontwerpbasis. Ook voor de stresstesten wordt deze benadering geaccepteerd. Deze conclusie was gebaseerd op een evaluatie uitgevoerd tijdens het implementeren van de generieke SAMG's van de Westinghouse Owners' Group (WENX 99-02 "*Borssele Nuclear Power Plant Severe Accident Management Guidelines instrumentation report*" rev. 2, december 1999). In overeenstemming met de SAMG-filosofie kan alle beschikbare instrumentatie gebruikt worden voor het verkrijgen van procesgegevens. De hoofdinstrumentatie bestaat uit de gekwalificeerde instrumentatie die na een ongeval intact blijft, met inbegrip van enkele instrumenten die zijn aangebracht voor kernsmeltongevallen. Desondanks is validatie van de gegevens verplicht volgens het besluitvormingsproces van SAMG.

Tijdens het bezoek in het kader van de *peer review* rapporteerde de vergunninghouder dat instrumentatie in *containment* correct moet blijven werken in stralingsvelden tot een waarde van  $10^3$  Gy tijdens normaal bedrijf en tot  $\sim 10^5$  Gy tijdens ongevalsituaties.

De toezichthouder heeft verder onderzoek geadviseerd om de geldigheid van de aannames met betrekking tot de SSC's te staven. De toezichthouder vereist ook dat er meer zekerheid komt over dat de huidige SSC's bij ernstige ongevallen betrouwbaar blijven functioneren. Daarom is aangedrongen op verbeteringen aan SSC-functietests en het trainen van bedieningstechnici.

Op de locatie is een mobiele dieselgenerator aanwezig en aanvullende mobiele generatoren kunnen indien nodig naar de locatie overgebracht worden. Ook bestaat de mogelijkheid om de dieselgeneratoren van de naastgelegen kolencentrale te gebruiken. Dit zorgt niet voor conflicten aangezien de centrales van dezelfde exploitant zijn. De KCB heeft wel prioriteit. De aanwezige mobiele generator moet verplaatst worden, omdat de huidige locatie te kwetsbaar is voor overstromingen. Er liggen voorstellen voor verdere verbetering van de aansluitpunten. Voor het aanleggen van nieuwe aansluitpunten is verder onderzoek nodig.

Er lijkt voldoende diversiteit te zijn in de middelen voor koelen, met inbegrip van enkele brandweerauto's van de bedrijfsbrandweer, die ook beschikt over een speciaal blusvoertuig.

Het Nationaal Rapport vermeldt dat de effectiviteit van de alarmresponsorganisatie zou worden vergroot door opslagfaciliteiten beschikbaar te maken voor mobiele apparatuur, gereedschappen en materialen die toegankelijk zijn voor de alarmresponsorganisatie na alle voorziene ongevallen. Dit voorstel wordt momenteel onderzocht. Als tijdelijke oplossing zullen bestaande locaties in het reactorgebouw en andere gebouwen hiervoor gebruikt worden, omdat die bestand zijn tegen

aardbevingen en overstromingen. Hiervoor is het wellicht nodig bestaande gebouwen uit te breiden. Aanvullende locaties buiten het terrein of mobiele opslaglocaties kunnen later worden aangewezen.

Tijdens de *peer review* werden de procedures besproken die de vergunninghouder volgt voor het in goed werkende conditie houden van de hulpmiddelen voor het beheersen van ernstige ongevallen (routine-inspecties, onderhoud en tests). Wettelijke inspectie van deze hulpmiddelen en de aanpak van de toezichthouder van de onderliggende veiligheidsevaluaties tonen aan dat de hulpmiddelen toereikend zijn. In het algemeen zijn hulpmiddelen voor SAM onderworpen aan routinematig onderhoud en inspectie. De vergunninghouder merkt echter op dat niet alle SAMG-apparatuur geïnspecteerd is. Storingen of defecten aan apparatuur of componenten die tijdens oefeningen aan het licht komen, worden verholpen (niet-regulier onderhoud). De vergunninghouder zal deze situatie opnieuw onderzoeken.

Instrumenten die na een ongeval intact blijven zijn als zodanig aangemerkt en de certificering ervan wordt actueel gehouden via inspecties en onderhoud. In het algemeen (met dezelfde uitzondering als hierboven voor bepaalde apparatuur) staat inspectie en onderhoud van de installatie onder wettelijk toezicht.

De toezichthouder gebruikt IAEA GS-G-1.3 als uitgangspunt voor het inspectieprogramma. GS-G-1.3 vereist dat alle met veiligheid in verband staande SSC's geïnspecteerd worden. De toezichthouder heeft verklaard dat alle apparatuur voor gebruik tijdens ernstige ongevallen geïnspecteerd moet worden en dat het inspectieprogramma op dit punt verbeterd zal worden.

#### *4.2.1.4 Ongevalbeheersing voor incidenten in het splijtstofopslagbassin*

Het Nederlandse rapport beschrijft uitgebreid de beheersing van ernstige incidenten die gevolgen kunnen hebben voor het splijtstofopslagbassin. Het splijtstofopslagbassin grenst aan de reactor in het *containment*. De hoeveelheid gebruikte splijtstof in het bassin wordt tot het minimum beperkt. Zodra de Technische Specificaties het toestaan, wordt het materiaal verscheept voor opwerking. De algehele strategie is te zorgen voor voldoende koeling door de splijtstof met water bedekt te houden.

Er bestaan geen specifieke SAMG's voor het splijtstofopslagbassin, maar sommige SAMG's zijn in wezen ook van toepassing op het splijtstofopslagbassin, omdat deze in het *containment* geplaatst is, zoals procedures voor het betreden van het *containment*, het regelen van de condities binnen het *containment*, het regelen van de hoeveelheid waterstof, enz. De ondersteunende logica hiervan is dat het *containment* is ontworpen voor LOCA-incidenten, waardoor ongevallen met gevolgen voor het splijtstofopslagbassin slechts in beperkte mate bijdragen aan het incident of op de juiste manier beheerst kunnen worden.

Als gevolg van de evaluatie van de stresstest zullen er aanvullende voorzieningen voor het leveren van suppletiewater naar het splijtstofopslagbassin worden aangebracht. De opties voor bijvullen van suppletiewater omvatten gebruik van het water uit de kerninundatietanks, gebruik van slangen voor aansluiting op het demiwatersysteem of op andere bronnen en gebruik van het sproeisysteem in het *containment*. Sommige van deze voorstellen zijn nieuw en moeten nog ingevoerd worden.

Voor langdurige koeling van het splijtstofopslagbassin zijn twee verschillende, onafhankelijke en meervoudig redundante systemen aanwezig. Elk van deze systemen kan in een noodsituatie van water uit tankwagens voorzien worden. Voor het bedienen van deze systemen is het echter nodig het *containment* te betreden en daarom onderzoekt de vergunninghouder de mogelijkheden voor het installeren van een specifiek daarvoor bedoelde koeler in het splijtstofopslagbassin die van buitenaf van water voorzien en bediend kan worden.

Boven het splijststofopslagbassin zijn twee PAR's aangebracht voor het regelen van waterstof. Omdat deze niet werden geplaatst met het oog op incidenten in het splijststofopslagbassin, is er verder onderzoek nodig naar bijvoorbeeld de inertie-effecten van permanente stoomproductie.

Verder dient er onderzoek gedaan te worden naar stralingsniveaus in relatie tot het verlagen van de waterstand in het splijststofopslagbassin.

#### *4.2.1.5 Evaluatie van factoren die ongevalbeheersing kunnen belemmeren en evaluatie van de mogelijkheden tot ongevalbeheersing in centrales met meerdere reactoren*

Borssele heeft de te verwachten effectiviteit van zijn maatregelen ter beheersing van ernstige ongevallen kritisch bekeken. Geconcludeerd wordt dat de toegankelijkheid en bruikbaarheid van vitale ruimten gewaarborgd is, behalve in gevallen van langdurige externe overstroming. Aangezien de KCB over slechts een enkele reactor beschikt, is ongevalbeheersing voor meerdere reactoren niet aan de orde.

In geval van overstroming blijft de locatie vanuit drie richtingen toegankelijk. Daarmee beschikt de KCB over redundantie wat betreft aanvoerroutes voor hulpmiddelen en mensen van buitenaf. Mede in verband met de uitkomst van deze evaluatie onderzoekt de vergunninghouder niettemin de inzet van helikopters voor het aanvoeren van mensen en materieel.

Eerder werd reeds opgemerkt dat het alarmcoördinatiecentrum (ERC) kwetsbaar is in zeer extreme gevallen, waardoor de alarmresponsorganisatie (ERO) mogelijk naar een andere locatie moet uitwijken. De tekortkomingen in deze voorzieningen vormden voor de vergunninghouder aanleiding om de bouw van een afzonderlijk alarmcoördinatiecentrum voor te stellen.

De mogelijkheden voor het herstellen of handhaven van de stroomtoevoer bij extreme incidenten kwamen reeds eerder uitgebreid aan de orde. De toezichthouder heeft echter verzocht dit aspect nader te onderzoeken met betrekking tot situaties met extreme overstromingen.

De locatie beschikt over ruime opslagmogelijkheden voor radioactief besmet water en heeft toegang tot grote opslagtanks op het terrein van de kolencentrale. Gezien de problemen die hiermee in Fukushima ontstonden vindt de toezichthouder verder onderzoek naar dit aspect gewenst (daarbij moet worden opgemerkt dat volumes die mogelijk vrijkomen in een drukwaterreactor kleiner zijn dan die van een kokendwaterreactor).

## **4.2.2 Marges, cliff-edge effecten en verbeteringsmaatregelen**

### *4.2.2.1 Sterke punten, goede werkwijzen*

- Expliciete verwerking van internationale normen (bijv. de normen van IAEA, WENRA) in de vergunning via de Nucleaire Veiligheidsregels.
- Borssele beschikt over SAMG's voor alle operationele fases (met inbegrip van reactorstop). De vergunninghouder is op dit terrein erg proactief geweest door de SAMG's sneller in te voeren dan in menig ander land dat aan de stresstest heeft meegedaan. In 2003 werden de SAMG's als volledig actueel beschouwd.
- De KCB heeft aan de hand van een integrale niveau 3 PSA zijn strategieën voor de beheersing van ernstige ongevallen opgesteld (veel van de onderzochte landen ontwikkelden nog steeds niveau 2 PSA's) en werd door de IAEA bezocht in het kader van IPSART-missies.
- De schaal van de rampenoefeningen van de KCB is voor internationale begrippen ongewoon groot – aan een recente landelijke oefening deden 1.000 mensen mee.



- PAR's ontworpen voor ernstige incidenten zijn reeds aangebracht (in veel andere landen is men bezig met het aanbrengen van PAR's of zijn de aanwezige PAR's slechts berekend op ontwerpbasis-ongevallen).

#### *4.2.2.2 Zwakke punten en mogelijkheden voor verbetering*

- Voor het splijststofopslagbassin dienen specifieke SAMG's ontwikkeld te worden.
- Het is niet zeker of alle aanwezige SSC's voor de beheersing van ernstige ongevallen ook daadwerkelijk betrouwbaar zullen functioneren.
- De sleutels voor bepaalde ruimten (bijv. de reserveregelsaal) in de commandobunker zijn niet eenduidig gemarkeerd.
- Niet alle voor SAM bedoelde apparatuur wordt regelmatig geïnspecteerd of onderhouden.

### **4.2.3 Mogelijke maatregelen voor het verbeteren van de robuustheid**

#### *4.2.3.1 Modernisering van de centrale sinds oplevering*

De KCB onderging sinds ingebruikneming in 1973 een aantal ingrijpende verbeteringen. De belangrijkste verbeteringen werden ingevoerd naar aanleiding van de drie laatste periodieke veiligheidsevaluaties, zoals beschreven in paragraaf 4.1.4.

#### *4.2.3.2 Lopende verbeterprogramma's op het gebied van ongevalbeheersing*

Behalve de werkzaamheden met betrekking tot het introduceren van EDMG's (zie hierboven), waren er geen lopende verbeteringswerkzaamheden voorafgaand aan de ramp in Fukushima. Dat is niet zo vreemd gezien het moment binnen de PSR-cyclus van de centrale waarop de stresstest werd uitgevoerd (de resultaten van de volgende PSR worden verwacht in 2013 en invoering van verbeteringen voor het einde van 2017).

Een uitzondering hierop vormen de lopende werkzaamheden aan het drukontlastingssysteem van het *containment* om deze te laten voldoen aan de eisen voor aardbevingsbestendigheid, mogelijk gestart voorafgaand aan Fukushima.

Ook zijn er werkzaamheden gaande in verband met de resterende aanbevelingen gedaan tijdens de IPSART-missie van 2010 van de IAEA (betreffende MAAP-berekeningen en aannames). De toezichthouder ontvangt regelmatig voortgangsrapporten over deze werkzaamheden die voltooid zullen zijn voor de IPSART-opvolgingsmissie. Verder werd tijdens de beoordeling van de stresstest bevestigd dat komende evaluaties met behulp van het MELCOR-programma uitgevoerd zullen worden.

### **4.2.4 Nieuwe initiatieven van vergunninghouders en anderen, en vereisten of opvolgacties (met inbegrip van verder onderzoek) van de toezichthouder: wijzigingen, verder onderzoek, beslissingen omtrent inzet van installaties**

#### *4.2.4.1 Verbeteringsprogramma's gestart/versneld uitgevoerd na Fukushima*

In de voorgaande paragrafen zijn verbeteringen genoemd die relevant zijn voor de beheersing van ernstige ongevallen en die werden gestart of versneld uitgevoerd na het ongeval in Fukushima. Het Nederlandse Nationaal Rapport omvat een volledig overzicht van de maatregelen. Tot de belangrijkste zaken van de lijst relevant voor de beheersing van ernstige ongevallen behoren:

- Bouw van een nieuw alarmcoördinatiecentrum (ERC)
- Betere opslagfaciliteiten voor uitrusting, materialen en gereedschap te gebruiken in noodsituaties
- Voorzieningen voor het bijvullen van het splijststofopslagbassin zonder betreding van het *containment*
- Verruiming van de verscheidenheid aan manieren voor het koelen van het splijststofopslagbassin

- Verbeteringen in de voorzieningen voor het gebruik van mobiele dieselgeneratoren
- Betere communicatiesystemen
- Brandblussystemen en drukontlastingssysteem van het *containment* aanpassen aan eisen voor aardbevingsbestendigheid
- Verbeteren van de overstromingsbestendigheid van de reserveregelzaal
- EDMG's ontwikkelen en invoeren

De toezichthouder heeft deze voorstellen verwelkomd, maar behoudt zich het recht voor hun doelmatigheid nader te onderzoeken zodra er meer informatie beschikbaar komt. Bovendien heeft de toezichthouder een aantal gebieden aangewezen waar verder werk nodig is om de voorstellen van de vergunninghouder gestalte te geven. De meeste hiervan betreffen verzoeken voor nader onderzoek (zie volgende paragraaf). De toezichthouder formuleerde ook de volgende vereisten met betrekking tot de beheersing van ernstige ongevallen:

- Seismische kwalificatie van andere onderdelen van het brandblussysteem dan die aangewezen door de vergunninghouder zelf
- Verbeteringen aan EOP's, SAMG's en opleiding voor langdurige incidenten.

#### 4.2.4.2 *Verder onderzoek nodig*

Als resultaat van de stresstest is voor een aanzienlijk aantal onderwerpen nader onderzoek voorgesteld. Deze onderwerpen worden genoemd in het Nationaal Rapport, en tijdens de *peer review* werden nog verschillende zaken ter evaluatie/onderzoek daaraan toegevoegd. Tot de belangrijkste aandachtsgebieden voor de beheersing van ernstige ongevallen behoren:

- de geldigheid vaststellen van de aannames voor de SSC's die nodig zijn voor ongevalbeheersing en vaststellen of aanpassing van bestaande apparatuur en/of instrumentatie nodig is
- een evaluatie van seismische marges of anders een seismische PSA uitvoeren
- strategieën voor *corium*stabilisatie binnen het *containment*
- uitbreiden van het gebruik van stoom voor het aandrijven van de noodvoedingswaterpomp
- opnieuw bekijken van eerder onderzoek naar externe koeling van het reactorvat
- het risico op explosie / snelle verbranding in de ventilatieschoorsteen van het *containment*
- de beschikbaarheid van dieselgeneratoren anders organiseren en een andere betere manier voor het opladen van de accu's en het sparen van accuspanning onderzoeken
- bestaande analyses bijwerken en vervolgonderzoek doen naar de mogelijkheden voor beheersing van vrijgekomen waterstof in het *containment* waarbij ook rekening gehouden wordt met het splijfstofopslagbassin
- potentiële verbeteringen aan de mogelijkheden voor het koelen van het splijfstofopslagbassin om betreden van het *containment* overbodig te maken
- aanpassen van SAMG's en EOP's met meer nadruk op incidenten van langere duur en betere training en opleiding
- onderzoek naar potentiële stralingsdoses waaraan medewerkers tijdens activiteiten in het kader van de beheersing van ernstige ongevallen mogelijk worden blootgesteld en naar de samenhang tussen doses en afnemend waterpeil in het splijfstofopslagbassin en de bruikbaarheid van de regelzaal en de reserveregelzaal
- herevaluatie van ERO-bezetting en hoe de ERO zou functioneren zonder volledige bezetting
- de verwerking van grote hoeveelheden radioactief besmet water ontstaan tijdens een ongeval

#### 4.2.4.3 *Besluiten over het toekomstige gebruik van de centrale*

Het ongeluk in Fukushima en de daaropvolgende stresstest hebben geen zaken aan het licht gebracht die aanpassingen in het toekomstige gebruik van de KCB vereisen.

### **4.3 Conclusies en aanbevelingen *peer review* voor dit aandachtsgebied**

Het Nationaal Rapport en de daaropvolgende *peer review* door ENSREG bevestigt dat Nederland de juiste aanpak hanteert wat betreft het beheersen van potentieel ernstige kernongevallen. Deze aanpak

kent een lange voorgeschiedenis – de verbeteringen die de KCB als resultaat van eerdere PSR's heeft doorgevoerd worden in andere landen nu pas in gang gezet.

In het Nationaal Rapport noemt de Nederlandse toezichthouder echter een belangrijk punt dat door de beoordelaars van de *peer review* wordt onderschreven. De validiteit van de aannames die zijn gedaan over de SSC's nodig voor de beheersing van ernstige ongevallen dient verder onderzocht en bevestigd te worden. Hoewel is overeengekomen dat een dergelijke kwalificatie/motivering niet noodzakelijkerwijs onder de conservatieve normen en de normale voorwaarden van de ontwerpbasis hoeft te vallen, is het belangrijk dat er vertrouwd kan worden op de toereikendheid, geschiktheid en betrouwbaarheid van de maatregelen ter beheersing van ernstige ongevallen. Dit kan bereikt worden door aan de hand van onderzoek en testprogramma's de prestaties van deze SSC's in hun gebruiksomgeving enerzijds en hun inzetbaarheid na een ernstige begingeburtenis anderzijds, aan te tonen. Het is belangrijk dat deze evaluaties systematisch van opzet zijn, alle in de EOP's en SAMG's genoemde SSC's behandelen, en in een vroeg stadium van het totale proces uitgevoerd worden zodat bevindingen verwerkt kunnen worden in eventuele aanpassingen aan installaties en systemen.

Het opnemen van internationale normen, richtlijnen en goede werkwijzen via nucleaire veiligheidsregels binnen de vergunningverlening werd reeds eerder als goede werkwijze genoemd.

De omvang en de aard van de voorstellen met betrekking tot het verbeteren van de veiligheid in het licht van de gebeurtenissen in Fukushima maken een doordachte indruk. De beoordelaars van de *peer review* onderzochten de eerste voorstellen van de vergunninghouder met betrekking tot het tijdpad. Een deel van de werkzaamheden zal worden meegenomen in de PSR (hoofdzakelijk de onderzoeken), de overige worden volgens een strakker schema uitgevoerd. De toezichthouder streeft naar implementatie op zo kort mogelijke termijn en hoopt op afronding in 2016-2017.

De algehele Nederlandse aanpak in het verbeteren van de voorzieningen ter beheersing van ernstige nucleaire ongevallen is goed doordacht en lijkt uitstekend te worden gereguleerd en aangestuurd.

De aanbevelingen van de *peer review* van ENSREG met betrekking tot bovengenoemd onderwerp luiden dan ook als volgt:

- het door de Nederlandse toezichthouder voorgestelde nader onderzoek naar de validiteit van de aannames met betrekking tot de SSC's die nodig zijn voor het beheersen van ernstige ongevallen verdient ondersteuning en dient met voorrang uitgevoerd te worden.
- de vergunninghouder dient het onderhoudsschema voor apparatuur nodig voor ongevalbeheersing te evalueren/herzien
- de sleutels voor bepaalde ruimten (bijv. reserveregelaar) zijn momenteel niet eenduidig gemarkeerd: deze situatie dient gecorrigeerd te worden.
- de vergunninghouder dient te overwegen de SAM-procedures te plaatsen op de locaties waar ze gebruikt moeten worden.

## **Lijst van gebruikte afkortingen**

AC	Alternating Current Wisselstroom
ACC	Alarm Coordination Centre Alarm Coördinatie Centrum
BWR	Boiling Water Reactor Kokend water reactor
CDF	Core Damage Frequency Kans op beschadiging reactorkern
DBE	Design Basis Earthquake Ontwerpaardbeving, referentieaardbeving gebruikt voor het ontwerp
DBF	Design Basis Flood Ontwerpoverstroming, referentieoverstroming gebruikt voor het ontwerp
DC	Direct Current Gelijkstroom
EC	European Commission Europese Commissie
ECR	Emergency Control Room Alarmcoördinatiecentrum
EDG	Emergency Diesel Generator Nood dieselgenerator
EDMG	Extensive Damage Management Guides Richtlijnen voor beheersing van uitgebreide schade
EL&I	Ministry of economic affairs, agriculture & innovation Ministerie van Economische zaken, Landbouw & Innovatie
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group Groep van Europese Nucleaire Toezichhouders
EOP	Emergency Operating Procedures Uitvoeringsprocedures bij noodgeval
EPZ N.V.	Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland EPZ
ERO	Emergency Response Organisation Alarmresponsorganisatie
ERC	Emergency Response Centre Alarmresponscentrum
EU	European Union Europese Unie
EU Council	European Council Europese Raad
HCLPF	High Confidence Low Probability of Failure Kleine kans op falen die met grote betrouwbaarheid gesteld kan worden
I&C	Instrumentation and Control
I&M	Ministry of infrastructure and the environment Ministerie van Infrastructuur en Milieu
IAEA	International Atomic Energy Agency Internationaal Atoomenergieagentschap
IPSART	International Probabilistic Safety Assessment Review Team Internationaal probabilistische veiligheidsanalyse onderzoeksteam
JRC EC	Joint Research Centre Gezamenlijk onderzoekscentrum Europese Commissie
KCB	Kerncentrale Borssele
KFD	Kernfysische Dienst
KTA	Kerntechnischer Ausschuss

KWU	Kraftwerk Union
LOCA	Loss of Coolant Accident Verlies van koelmiddel ongeval
LOOP	Loss of Off-site Power Verlies van externe elektrische voeding
MCR	Main Control Room Primaire regelzaal
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NPP	Nuclear Power Plant Kerncentrale
NS 1	Nood Stroom net 1
NS 2	Nood Stroom net 2
NVR	Nucleaire Veiligheidsregels
PAR	Passive Autocatalytic Recombiner Passieve autokatalytische waterstofrecombinatoren
PGA	Peak Ground Acceleration Maximale grondversnelling
PRA	Probabilistic Risk Analyses Probabilistische risicoanalyse
PSA	Probabilistic Safety Analysis Probabilistische veiligheidsanalyse
PSHA	Probabilistic seismic hazard analysis Probabilistische seismische risicoanalyse
PSR	Periodic Safety Review Periodieke veiligheidsevaluatie
PWR	Pressurized Water Reactor Drukwaterreactor
RCIC	Reactor Core Isolation Cooling Koelinstallatie van de reactorkern
RCP	Reactor Coolant Pump Koelpomp van de reactor
RCS	Reactor Coolant System Koelsysteem van de reactor
RHWG	Reactor Harmonization Working Group Reactorharmonisatie Werkgroep
RL	Reference Level (WENRA) Referentie niveau (WENRA)
RPV	Reactor Pressure Vessel Reactorvat
RWS	Rijkswaterstaat
SA(M)(G)	Severe Accident (Management) (Guidelines) Richtlijnen voor de beheersing van ernstige ongevallen
SBO	Station Blackout Totaal verlies van elektrische voeding
SG	Steam Generator Stoomgenerator
SFP	Spent Fuel Pool Splijtstofopslagbassin
SHA	Seismic Hazard Assessment Seismische risicoevaluatie
SMA	Seismic Margin Assessment Seismische marge evaluatie
SRA	Safety Assessment Report

SSC	Veiligheidsevaluatie rapport Structure, System and Component Constructies, systemen en componenten
TSC	Technical Support Center Technisch bijstand centrum
UHS	Ultimate Heat Sink Warmteafvoermogelijkheden
UJ	Codenaam van de lage druk brandblussysteem van de kerncentrale Borssele
WANO	World Association of Nuclear Operators Internationale vereniging van Nucleaire Exploitanten
WENRA	Western European Nuclear Regulators' Association Vereniging van West Europese Nucleaire Toezichthouders