

VIERDE TIENJAARLIJKSE HERZIENING – LTO

KERNCENTRALE DOEL 1&2

Syntheserapport



GDF SUEZ wordt ENGIE

Electrabel
GDF SUEZ

Inhoud

1	Samenvatting.....	7
2	Referentiekader	13
2.1	Op Belgisch niveau	13
2.2	Op Europees niveau	15
2.3	Op het niveau van de U.S. NRC	16
2.4	Op het niveau van het IAEA	17
2.5	Impact van het ongeval in de centrale van Fukushima Daiichi.....	17
3	Overzicht van de evolutie van de centrale	21
3.1	Installatieverbeteringen	21
3.2	Werkwijzen	30
3.3	Belangrijkste audits en assessments	31
3.4	Studies en R&D-programma's	31
3.5	Dimensionering van de hulpinstallaties.....	32
3.6	Long Term Operation.....	34
4	Doelstellingen	65
4.1	Tienjaarlijkse Herziening (TJH) in de uitbatingsvergunning	65
4.2	Doelstellingen van de Tienjaarlijkse Herziening (TJH).....	66
4.3	Nieuwe methodologie met veiligheidsfactoren	68
5	Verloop.....	71
5.1	Fase 1: scope en methodologie	71
5.2	Fase 2: assessment	72
5.3	Fase 3: uitvoering van de acties	73
6	Assessment van de 14 veiligheidsfactoren.....	77
6.1	Plant Design (SF1).....	77
6.2	Actual Condition of Systems, Structures and Components (SF2).....	84
6.3	Equipment Qualification (SF3)	91
6.4	Ageing (SF4).....	97
6.5	Deterministic Safety Analysis (SF5)	104
6.6	Probabilistic Safety Assessment (SF6)	112
6.7	Hazard Analysis (SF7)	116
6.8	Safety Performance (SF8)	127
6.9	Use of Experience from other Plants and Research Findings (SF9).....	134
6.10	Organization and Administration (SF10)	141
6.11	Procedures (SF11)	150
6.12	The Human Factor (SF12)	155
6.13	Emergency Planning (SF13).....	162
6.14	Radiological Impact on the Environment (SF14).....	167
7	Globale assessment en resulterend actieplan	177
7.1	Werkwijze.....	177
7.2	Globale assessment	180
7.3	Acties in het actieplan.....	181
8	Defence in depth-analyse van de resultaten	195
8.1	Doelstellingen	196
8.2	Analyse per niveau van <i>defence in depth</i>	198

8.3	Resultaat van de analyse	206
9	Conclusie.....	211
10	Referenties	215
10.1	Algemeen.....	215
10.2	Plant Design (SF1).....	216
10.3	Actual Condition of Systems, Structures and Components (SF2).....	217
10.4	Equipment Qualification (SF3)	217
10.5	Ageing (SF4).....	217
10.6	Deterministic Safety Analysis (SF5)	218
10.7	Probabilistic Safety Assessment (SF6)	218
10.8	Hazard Analysis (SF7)	219
10.9	Safety Performance (SF8)	220
10.10	Use of Experience from other Plants and Research Findings (SF9).....	220
10.11	Organization and Administration (SF10)	220
10.12	The Human Factor (SF12)	222
10.13	Radiological Impact on the Environment (SF14).....	226
11	Afkorting.....	229

1 Samenvatting

1 Samenvatting

Zoals bepaald in de uitbatingsvergunning ondergaat elke kerncentrale in België om de tien jaar een veiligheidsherziening. Daarbij wordt onderzocht of het veiligheidsniveau van de centrale nog beantwoordt aan de geldende internationale veiligheidsstandaarden en goede praktijken, en of de centrale veilig uitgebaat kan worden tot de volgende Tienjaarlijkse Herziening (TJH) of *Periodic Safety Review* (PSR).

Nieuwe methodiek

Deze vierde TJH van Doel 1&2 werd uitgevoerd volgens de nieuwe methodiek van het *International Atomic Energy Agency* (IAEA), die reeds werd toegepast voor alle andere Belgische centrales. Volgens deze nieuwe methodiek voeren zowel interne als externe gekwalificeerde assessoren een assessment uit van 14 veiligheidsfactoren (zie hoofdstuk 4.3 'Nieuwe methodologie met veiligheidsfactoren').

Tijdens de verschillende assessments kijken de assessoren niet alleen naar de resultaten (prestatie-indicatoren, fysische toestand van de installaties), maar ook naar de onderliggende processen. De assessoren hadden toegang tot de hele installatie, tot alle procedures, alle getuigendocumenten en ervaringsberichten. Ze hadden uitgebreide gesprekken met het uitbatingpersoneel en het studiebureau Tractebel Engineering.

De besluiten werden per veiligheidsfactor (*safety factor*, SF) neergeschreven in uitgebreide verslagen die voorgesteld werden aan Bel V en het FANC. In dit Syntheserapport staan de belangrijkste besluiten van deze verslagen per veiligheidsfactor opgelijst.

Integratie Tienjaarlijkse Herzieningen van Doel 3 en de WAB, en Doel 4

De vierde TJH van Doel 1&2 komt kort na de TJH van Doel 3 en de WAB, en Doel 4. Doordat alle KCD-eenheden op eenzelfde manier worden uitgebaat en de ondersteunende processen voor alle eenheden gemeenschappelijk zijn, zijn de besluiten van het assessment van Doel 1&2 gelijklopend met de besluiten van Doel 3&4, wat de processen betreft. In de meeste gevallen werden dezelfde sterktes, goede praktijken en mogelijke verbeteringen geïdentificeerd. Bovendien waren meerdere acties uit de TJH van Doel 3, die ook toepasbaar zijn op Doel 1&2, al gerealiseerd tijdens de assessments van Doel 1&2.

Focus op LTO in Tienjaarlijkse Herziening van Doel 1&2

Het assessment van Doel 1&2 verschilde van het assessment van Doel 3&4, omwille van de levensduurverlenging (LTO) van de eerste twee eenheden. Zo zijn de assessments van het ontwerp, de actuele toestand van de systemen structuren en componenten, de kwalificatie en de veroudering voor Doel 1&2 nog diepgaander. Voor deze assessments kon vertrokken worden van het LTO-project dat deze thema's reeds uitgebreid onderzocht had.

De assessments van de werkwijzen en veiligheidsbekkernissen verliepen analoog aan die van Doel 3&4, aangezien die gemeenschappelijk zijn voor de vier eenheden.

Permanente aandacht voor verbetering

De TJH is niet het enige moment waarop de uitbater de veiligheid en de actuele toestand van de centrale onderzoekt. Op continue basis zijn er interne en externe audits met bijbehorende verbeteringsplannen, elke dag worden interne en externe ervaringsberichten geanalyseerd op toepasbaarheid, en er wordt actief deelgenomen aan studies en R&D-

programma's. Al deze inspanningen resulteerden in vele installatiewijzigingen en verbeteringsprojecten die samengingen met belangrijke investeringen.

Naast de aandacht voor de installatie werden ook diverse programma's opgestart die inspeelden op de *human factor* in de uitbating en het onderhoud. Hierdoor werden de professionaliteit en continue kwaliteit van het geleverde werk verhoogd. Daarnaast zijn er de vele *continuous improvement* initiatieven die als doel hebben de uitbating, het onderhoud en de ondersteunende diensten en processen te verbeteren.

Sterktes en goede praktijken

Uit de vergelijking met de internationale goede praktijken kwamen duidelijk een aantal sterktes naar boven. We vermelden er twee: een sterk *human performance*-programma en een grote openheid tegenover externe ervaring en audits. Er werden ook meerdere goede praktijken geïdentificeerd, zoals:

- De vele projecten om de veiligheid van de installatie op peil te houden.
- De uitbreiding van het departement *Engineering*.
- De oprichting van het *Electrabel Corporate Nuclear Safety Department* (ECNSD).
- De oprichting van het *Process Performance Management* (PPM).
- De invoering van de *System Health Reports* (SHR) en *Ageing Summaries*.
- De invoering van het systeem voor de opvolging van *Potential Safety Issues* (PSI) en het gebruik van gedetailleerde incidentverslagen.
- De invoering van de *Probabilistic Safety Analysis* (PSA) voor de dagelijkse uitbating.

Deze sterktes en goede praktijken zijn het resultaat van de continue verbetering waar Electrabel al sinds de opstart een hoofdzaak van maakt. Voor alle activiteiten met betrekking tot nucleaire veiligheid, algemene veiligheid, gezondheid en zorg voor het milieu wordt het hoogste kwaliteitsniveau van *high maturity* nagestreefd.

Mogelijke verbeteringen

In het LTO-actieplan werden al tal van installatieverbeteringen vastgelegd. Uit de PSR assessments is gebleken dat deze lijst van verbeteringen zeer volledig en effectief is.

Daarbovenop identificeerden de assessoren tijdens deze vierde TJH van Doel 1&2 nog enkele mogelijke verbeteringen, vooral inzake procedures en werkwijzen. Als belangrijkste kwamen naar boven:

- Uitbreiden van de werkwijze voor de opvolging van de kwalificatie van mechanische tuigen.
- Uitvoeren van enkele specifieke veiligheidsstudies.
- Herevalueren en optimaliseren van de prestatie-indicatoren.
- Opvolgen (op continue basis) van de impact van de havenuitbreiding.
- Controleren van de effectiviteit van acties die volgen uit ervaringsrapporten en incidentverslagen.
- Evalueren van de toepasbaarheid van de nieuwste normen voor brandbeveiliging.
- Optimaliseren van de radiologische metingen en rapportering.

De lijst met mogelijke verbeteringen werd beoordeeld door een panel van experts. Dit zogenoemde globale assessment was nodig om een afweging te maken tussen de bijdrage tot de nucleaire veiligheid en de middelen die daar tegenover staan. Zo kan in het actieplan prioriteit gegeven worden aan de meest effectieve acties, en werd een lijst van geselecteerde verbeteringen samengesteld.

Door de grote parallellen met Doel 3&4 zijn de verbeteringsvoorstellen in vele gevallen ondertussen al gestart of gerealiseerd. Ze worden daarom niet meer hernomen in het nieuwe actieplan voor Doel 1&2, maar staan wel nog opgesomd in hoofdstuk 7 van de Syntheserapport.

De bevindingen van de assessoren werden afgetoetst aan de wettelijke verplichtingen en internationale goede praktijken. Daaruit bleek dat Doel 1&2 over de hele lijn voldoet aan de wettelijke verplichtingen.

Doelstellingen bereikt

De vooropgestelde doelstellingen van de TJH zijn bereikt. Het LTO-actieplan, het PSR-actieplan, de lopende acties uit andere projecten en de organisatie die werkt aan de continue verbetering van de processen handhaven de veilige uitbating van Doel 1&2 tot de volgende TJH.

2 Referentiekader

2.1	Op Belgisch niveau	13
2.2	Op Europees niveau	15
2.3	Op het niveau van de U.S. NRC	16
2.4	Op het niveau van het IAEA	17
2.5	Impact van het ongeval in de centrale van Fukushima Daiichi.....	17

2 Referentiekader

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste evoluties in de regelgeving van toepassing op de Belgische kerncentrales, meer in het bijzonder voor de periode 2004-2011. De technische nota's [REF ALG-9] houden rekening met alle details van de evoluties in die specifieke periode. De belangrijkste evoluties voor de periode 2012-2014 zijn vermeld in onderstaande tekst.

2.1 Op Belgisch niveau

In de periode 2004-2014 zijn verschillende regelgevingen en documenten gepubliceerd die een impact hebben op het beheer van de veiligheid en *security* (fysieke bescherming) van de Belgische kerncentrales.

KB 30 november 2011

Voor de nucleaire veiligheid noteren we voornamelijk de publicatie van het Koninklijk Besluit (KB) van 30 november 2011 over de veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties. Dat KB zet de WENRA-referentieniveaus (*Western European Nuclear Regulators Association*) om in Belgische wetgeving [REF ALG-5].

In de periode 2005-2006 zijn er enkele overlegmomenten geweest tussen de exploitant en het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) over de WENRA-aanbevelingen om de veiligheidseisen voor de Europese reactoren (*WENRA Reactor Safety Reference Levels*) te harmoniseren. Om aan die nieuwe eisen te voldoen, heeft de exploitant het *WENRA Belgian Action Plan* aan het FANC voorgesteld. Dit plan is in 2007 door het FANC goedgekeurd en gepubliceerd, inclusief de planning van de verschillende uit te voeren acties tot eind 2015.

Vervolgens heeft het FANC de *WENRA Reference Levels* omgezet in Belgische wetgeving. Dit heeft geleid tot het Koninklijk Besluit van 30 november 2011, dat op 1 maart 2012 in voege is gegaan (met enkele overgangsbepalingen tot 2013 en 2016).

Andere wettelijke evoluties (2004-2014)

Naast het KB van 30 november 2011 zijn nog volgende evoluties in de Belgische wetgeving in rekening genomen:

- De wijziging van het KB van 20 juli 2001, geratificeerd op 23 mei 2006, over het beheer van hoogactieve ingekapselde bronnen.
- De wet betreffende de toegang van het publiek tot milieu-informatie, geratificeerd op 5 augustus 2006, met een verwachte impact op de regelgevende teksten opgesteld door het FANC.
- De wet over de kernuitstap, bij amendement gewijzigd op 18 december 2013, die de definitieve stopzetting van Doel 1&2 in 2015 bepaalt, alsook de verlenging met tien jaar voor Tihange 1. Eind 2014 besliste de Belgische regering om de uitbating van Doel 1&2 mogelijk te maken tot 2025.
- De wet van 3 juni 2014 over de wijziging van de wet van 8 augustus 1980 met het oog op de omzetting van Richtlijn 2011/70/Euratom tot vaststelling van een communautair kader voor een verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval.

- De twee ontwerpen tot wijziging van het KB van 30 november 2011 voor de ontmanteling van de kerncentrales en de opslag van verbruikte splijtstof en radioactief afval.

Nota's van het FANC

Het FANC heeft in de periode 2004-2014 verschillende nota's gepubliceerd die mee in rekening zijn genomen:

- De aanbevelingen van het FANC voor de uitvoering van de toekomstige tienjaarlijkse veiligheidsherzieningen (TJH), gepubliceerd op 1 juli 2007 en herzien op 8 oktober 2013 om rekening te houden met de bijwerking van de Veiligheidsgids SSG-25 van het IAEA.
- De Richtlijn van het FANC voor het beheer van de wijzigingen in de inrichtingen van klasse 1, die geleid heeft tot de aanpassing van de procedures voor het beheer van de wijzigingen.
- Voor het noodplan, de ministeriële omzendbrieven van 2009 betreffende de NPU-2, 3 en 4, en vooral de FANC-nota 2010-054 'Melding van gebeurtenissen die belangrijk zijn voor de nucleaire veiligheid, de bescherming van de personen en het milieu in de nucleaire inrichtingen van klasse I' en de herziening van de INES-Conventie die uit dezelfde periode dateert.
- Voor de stralingsimpact op het milieu bepaalt de FANC-nota 2010-106 'Periodieke melding van de lozingen van de radioactieve vloeibare en gasvormige effluënten aan het FANC en Bel V' sinds 1 januari 2011 de methode voor de registratie van lozingen, volgens de Europese Aanbeveling 2004/02/Euratom, en de maandelijkse en jaarlijkse mededeling van deze informatie aan het FANC.

Voor de sector van het transport van radioactieve stoffen onthouden we de omzendbrief van 1 juli 2009 betreffende de opleiding en het examen voor veiligheidsadviseur ADR/RID klasse 7 en de brief van het FANC van 5 mei 2010 die de rol van de verzender in de zin van ADR/RID verduidelijkt. Deze publicaties gaan gepaard met de versterking van de transportprocedure bij Electrabel. Voor de fysieke bescherming noteren we hoofdzakelijk:

- De wet van 30 maart 2011 tot wijziging van de wet van 15 april 1994.
- De wet van 1 juli 2011 'betreffende de beveiliging en de bescherming van de kritieke infrastructuur' en de Koninklijke Besluiten, geratificeerd op 17 oktober 2011.

In het kader van de langetermijnnuitbating dient zeker ook de strategische nota van het FANC vermeld te worden: '*Long term operation* van Belgische Kerncentrales: Doel 1&2 en Tihange 1', ref. 008-194, gepubliceerd in mei 2009 [REF ALG-11]. De nota omschrijft in detail hoe het LTO-project en de TJH de focus moeten leggen op de veiligheidsthema's *Ageing*, *Design* en *Knowledge & Behavior*.

2.2 Op Europees niveau

Drie Richtlijnen vormen op Europees niveau de belangrijkste teksten voor de nucleaire veiligheid:

- Richtlijn 2009/71/Euratom *Council directive establishing a Community framework for the nuclear safety of the nuclear installations* (Richtlijn van de Europese Raad tot vaststelling van een communautair kader voor de nucleaire veiligheid van kerninstallaties), herzien door de Richtlijn 2014/87/Euratom van 8 juli 2014 op basis van de lessen die getrokken zijn uit het ongeval in Fukushima (de publicatie van het KB van 30 november 2011 liet België toe om adequaat te reageren op de omzetting van de Richtlijn 2009/71/Euratom).
- Richtlijn 2011/70/EURATOM van de Europese Raad van 19 juli 2011 tot vaststelling van een communautair kader voor een verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval.
- Richtlijn 2013/59/Euratom van de Europese Raad van 5 december 2013 tot vaststelling van de basisnormen voor de bescherming tegen de gevaren verbonden aan de blootstelling aan ioniserende straling, en houdende intrekking van de Richtlijnen 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom en 2003/122/Euratom.

Ook te vermelden zijn:

- De Aanbeveling 2004/02/Euratom 'Gestandaardiseerde informatie over de lozing van radioactieve stoffen in de lucht en het water door kerncentrales en opwerkingsfabrieken in normaal bedrijf' (FANC-nota 2010-106).
- De regelgeving in verband met de procedure voor het transport van radioactieve stoffen (Richtlijn 2006/116/Euratom en Beschikking 2008/312).

Ook enkele initiatieven van WENRA zijn in rekening genomen:

- De publicatie van de *WENRA Reference Levels* betreffende de harmonisatie van de veiligheidsniveaus van de bestaande reactoren, eerst in de versie van 2006, daarna herzien in 2008 en herzien in september 2014 in het licht van de lessen die getrokken zijn uit het ongeval in Fukushima.
- De WENRA-publicatie over de opslag van verbruikte splijtstof en radioactief afval, verschenen in 2006 en herzien in maart 2010 en april 2014.
- De WENRA-publicatie over de ontmanteling van de nucleaire installaties, verschenen in 2007 en herzien in november 2011.

2.3 Op het niveau van de U.S. NRC

We vermelden eerst de aanpassingen van de *Code of Federal Regulations* (CFR):

- *Consideration of Aircraft Impacts for New Nuclear Power Reactor Designs* (10 CFR 50.54 (hh), March 27, 2009): deze regel eist dat de vergunningsaanvraag voor een nieuwe kernreactor gepaard gaat met een specifieke evaluatie van de gevolgen van de inslag van een groot commercieel vliegtuig. De aanvrager moet in het ontwerp, door middel van realistische analyses, elementen en functionele capaciteiten identificeren en integreren om aan te tonen dat met kleine acties van de operatoren de reactorkern afgekoeld blijft of het *containment* intact blijft en dat de afkoeling of de integriteit van het dok met verbruikte splijtstof behouden blijft.
- Na de terroristische aanslagen van 11 september 2001 heeft de US Nuclear Regulatory Commission (U.S. NRC) de Amerikaanse exploitanten bevolen om plannen en strategieën (*mitigation strategy*) uit te werken die een antwoord bieden op een groot aantal gebeurtenissen, met inbegrip van de inslag van een vliegtuig en de gevolgen van grote verliezen ten gevolge van een ontploffing of een grote brand. De gestelde eisen in het onderdeel B.5.b (uit de *2002 NRC Security Order* over de schade die wordt veroorzaakt door brand of ontploffing, onder meer als gevolg van het neerstorten van een vliegtuig) verplichten de exploitanten om strategieën te identificeren en daarna toe te passen om de afkoeling van de reactorkern, het *containment* en het gebouw waar de verbruikte splijtstof wordt opgeslagen, te behouden of te herstellen en die met bestaande of gemakkelijk beschikbare middelen kunnen worden uitgevoerd.
- Een regel die een alternatief biedt voor de eisen die vervat zijn in de 10 CFR Part 50.61 betreffende de breukbestendigheid (*fracture toughness*) om de reactoren te beschermen tegen thermische schok onder druk (2010). De regel voorziet in recente methodes om de verbrossing van het reactorvat onder straling te evalueren.

Er zijn bijna 180 *Regulatory Guides* (RG) geïdentificeerd, nieuwe of herziene, met inbegrip van de regels die van toepassing zijn in de uitbatingsvergunning. Deze nieuwe publicaties betreffen vooral de *Safety Factors* 1 (*Plant Design*) en 7 (*Hazard Analysis*) van de TJH. We noteren in het bijzonder:

- RG 1.89 (rev 4, March 2012), volgt op de GL-2004-02 en verwijst naar de documenten die aangewend moeten worden om de recirculatieproblematiek (REX Barsebäck) in België op te lossen.
- RG 1.189 (rev 2, Octobre 2009), referentiegids die in aanmerking genomen wordt bij de evaluatie van *Safety Factor* 7.
- RG 1.200 (rev 2, March 2009), referentiegids om *Safety Factor* 6 (*Probabilistic Safety Assessment*) te evalueren

In deze periode zijn zeven *Generic Letters* en 6 *Bulletins* gepubliceerd, waaronder twee referentieregels voor de problematiek die aan het licht kwam door internationale ervaringsfeedback:

- GL-2004-02 '*potential impact of debris blockage on emergency recirculation during design basis accidents at pressurized water reactors*' (REX Barsebäck).
- GL-2006-02 '*Grid reliability and the impact on plant risk and the operability of offsite power*' (REX Forsmark).

2.4 Op het niveau van het IAEA

Er zijn bijna honderd nieuwe teksten van het *International Atomic Energy Agency* (IAEA) geïdentificeerd. Hieronder de meest opmerkelijke:

- *SF-1 Fundamental Safety Principles* (november 2006), die de veiligheidseisen van het hoogste niveau beschrijft.
- *GS-R-3 The management system for facilities and activities safety requirements* (augustus 2006), die grotendeels aan de basis ligt van de herziening van de WENRA Reference Levels van 2008.
- *SSR-2-2 Commissioning and Operation Specific Safety Requirements* (juli 2011), herziening van de NS-R-2 van 2000.
- *TS-R-1 Regulations for the safe transport of radioactive material* (september 2005, daarna bijgewerkt in 2009), die de basis vormt voor de reglementering van het transport van radioactieve stoffen.
- *Safety Guide NS-G-2.15 Severe accident management Programs for nuclear power plants* (juli 2009).
- *Safety Guide NS-G-2.18 Meteorological and Hydrological hazards in Site evaluation for nuclear Installations* (oktober 2011), referentiegids voor evaluatie van *Safety Factor 7*.
- *GSR Part 3 Radiation protection and safety of radiation sources: international basic safety standards*, beter bekend onder de naam *Basic Safety Standards* (BSS) en herziening van de vorige *Safety Series* nr. 115 van 1996. De BSS vormen de basisreglementering voor stralingsbescherming. Deze publicatie gaat de uitgave van de reeds genoemde BSS Euratom 2013/59 vooraf.

2.5 Impact van het ongeval in de centrale van Fukushima Daiichi

De zware aardbeving en tsunami die Japan op 11 maart 2011 troffen en die een zwaar ongeval in de centrale van Fukushima Daiichi veroorzaakten, had een bijzondere impact. Uit het incident volgde een evaluatie van de toestand van de terreinen en de uitrustingen van kerncentrales. Op basis van die evaluatie werd een actieplan opgesteld om snel in te grijpen bij zware natuurrampen, zonder de wijziging van de regelgeving in dat domein af te wachten. Het zware ongeval en de acties die daaruit resulteerden, hebben progressief geleid tot wijzigingen in het reglementaire kader:

- Op Europees en nationaal niveau zijn in 2011 Weerstandstesten (*stress tests*) uitgevoerd door de onafhankelijke nationale overheden. De testen zijn uitgevoerd volgens de specificaties die door de WENRA werden voorgesteld en vervolgens werden aangenomen door de ENSREG (*European Nuclear Safety Regulators Group*). De testen evalueerden de weerstand van de kerncentrales tegen extreme natuurverschijnselen, verlies van elektrische voeding en verlies van de koudebron, alsook het beheer van zware ongevallen. De testen werden in alle kernreactoren in de EU uitgevoerd. Op vraag van het FANC werden terroristische aanslagen (opzettelijke vliegtuigcrash) en andere vormen van menselijke agressie (hacking, giftig en explosief gas, schokgolven) opgenomen als extra te beschouwen gebeurtenissen.

- De Europese Commissie stelde haar conclusies over de Weerstandstesten van de kerncentrales voor op 4 oktober 2012. Volgens de Commissie beschikken de Europese centrales in het algemeen over hoge kwaliteitsstandaarden. Er moeten echter verbeteringen worden uitgevoerd op basis van internationale goede praktijken en de veiligheidsnormen die het IAEA aanbeveelt.
- Het FANC maakte aan de ENSREG het nationale actieplan over met betrekking tot de Weerstandstesten die in de kerncentrales van Doel en Tihange werden uitgevoerd.
- Naast een verslag over de invoering van de aanbevelingen op basis van de Weerstandstesten legde de Europese Commissie in juli 2014 de laatste hand aan een herziening van de richtlijn over de nucleaire veiligheid (2009/71).
- Aan Amerikaanse zijde heeft het U.S. NRC ook onmiddellijke acties gevraagd via:
 - Het *Bulletin 2011-01 mitigating strategies*, waarin gevraagd werd om na te gaan of de strategieën die volgens 'B5.b' en 10 CFR 50.54 (hh) (zie hoger) moesten worden uitgewerkt ook werden ingevoerd en om de bijkomende bepalingen als antwoord op *beyond design*-situaties te evalueren.
 - Het *Bulletin*, in 2012, *Orders (provisions for mitigation strategies for beyond-design-basis external events; requirements for reliable hardened containment vents; provisions for reliable spent fuel pool indications)* die gepaard gaan met *Interim Staff Guidance* om een gepaste invoering van deze *orders* te verzekeren.

Het Amerikaanse reglementaire kader kan nog verder evolueren. Er werd een *Request for Information Letters* geformuleerd (volgens 10 CFR 50.54 (f)) om de noodzaak van een reglementaire actie op het vlak van het ontwerp en de voorbereiding op noodgevallen in geval van aardbevingen en overstromingen te evalueren. Wijzigingen aan 10 CFR 50.63 over de reactie op de *station blackout* (SBO) worden bestudeerd.

3 Overzicht van de evolutie van de centrale

3.1	Installatieverbeteringen	21
3.2	Werkwijzen	30
3.3	Belangrijkste audits en assessments	31
3.4	Studies en R&D-programma's	31
3.5	Dimensionering van de hulpinstallaties	32
3.6	Long Term Operation.....	34

3 Overzicht van de evolutie van de centrale

Sinds de opstart in 1975 zijn er vele projecten doorgevoerd ter vrijwaring en verbetering van de nucleaire veiligheid in Doel 1&2. De meest ingrijpende verbetering is de constructie van het Gebouw met Noodsystemen (GNS) na de eerste Tienjaarlijkse Herziening (TJH) in 1985. Het GNS biedt bescherming tegen externe ongevallen en tegen de gevolgen van een brand in het eerste niveau. Het is een gebunkerd gebouw dat gevoed wordt door eigen tweede-niveaudiesels. Het omvat onder meer een noodcontrolezaal, extra pompen voor afkoeling via de stoomgeneratoren, een back-up voor de tussenkoelkring, een noodpersluchtkring en een extra koelmogelijkheid van de reactordokken.

Het overzicht hieronder zet de belangrijkste evoluties (installatieverbeteringen, werkwijzen, enz.) op een rij. Een overzicht van de evolutie van de centrale per veiligheidsfactor (*safety factors*, SF) is te vinden in de bespreking van de 14 veiligheidsfactoren in hoofdstuk 6 van dit Syntheserapport.

3.1 Installatieverbeteringen

3.1.1 Eerste Tienjaarlijkse Herziening

Bij de eerste TJH is het ontwerp van de centrale systematisch getoetst aan de laatste reglementering en externe ervaringen. Als gevolg hiervan zijn vele verbeteringen aangebracht, waaronder de bouw van het GNS.

3.1.1.1 Bescherming tegen interne en externe ongevallen

Om te beginnen is de mogelijke impact van externe gevaren en industriële risico's uitgebreid onderzocht. Het gaat hierbij om de val van een vliegtuig, ontploffingen en branden, de aanzuiging van toxische gassen en het gevaar op loskomende projectielen bij de turbines. Er is toen beslist om verschillende gebouwen te versterken en het GNS te berekenen op de hoogst mogelijke overdruk. Ook de ventilatie van de controlezaal is aangepast met inbegrip van de installatie van gasdetectoren.

Bij het basisontwerp van Doel 1&2 is uitgegaan van de lage seismiciteit van de streek. Bij de eerste TJH is de versnelling op grondniveau van de referentie-aardbeving verhoogd naar 0,058 g. Op basis van deze bijsturing zijn de nodige verstevigingen aan alle gebouwen aangebracht. Ook de kringen nodig voor de afvoer van de restwarmte zijn toen uitgevoerd. Alle bevindingen en maatregelen zijn meteen geïntegreerd in het GNS-concept.

Alle hoge-energieleidingen (HEL) zijn aangepast aan de laatste richtlijnen ter zake. Er zijn bijkomende remklemmingen (verankeringen) geïnstalleerd op MS, FW en PR.

De hele installatie is ook in lijn gebracht met de laatste richtlijnen voor branddetectie en brandbescherming. Dit heeft vele verbeteringen tot gevolg gehad, waaronder:

- Ontdubbeling van de waterbevoorrading van de brandweerkring.
- Beter signalisatie van de toestand van de brandweerkring en de stand van brandkleppen in de controlezaal.
- Toevoeging van muurhaspels en extra voeding van brandblussystemen in het reactorgebouw.
- Betere brandcompartimentering van kabelschachten.
- Vervanging van hoofdstoom-isolatieafsluiters door olievrij type.
- Verbetering blussystemen in machinezaal.
- Ontwerp van het GNS als oplossing voor de restructies in geval van een grote brand in GEH, GMH of GNH.

Als beveiliging tegen mogelijke overstromingen is de Scheldedijk rond de centrale opgehoogd tot 12 meter, wat één meter hoger is dan de dijk in de omgeving. Als beveiliging tegen mogelijke interne overstromingen zijn er onder meer pompinstallaties bijgeplaatst of vervangen door een groter type.

Om beter bestand te zijn tegen hevige windstoten zijn de schouwen van het GNH vervangen en zijn de schouwen van de reactorgebouwen versterkt.

3.1.1.2 Doeltreffendheid van de veiligheidsfuncties

Er is bij de eerste TJH ook onderzocht of de noodsystemen wel in die mate bestand waren tegen interne en externe ongevallen die tot een totale falen hadden kunnen leiden. Er is toen beslist om preventief de volgende verbeteracties door te voeren:

- De fysieke scheiding tussen de veiligheidstuigen is verbeterd.
- In het GNS is een extra veiligheidsgebonden persluchtkring geïnstalleerd met eigen compressoren.
- Er is ook een automatische spanningsregeling op de aftaptransformatoren aangebracht die ervoor zorgt dat bij een langzame daling van het externe net de veiligheidstuigen via hun thermische relais niet uitschakelen.
- Een groot aantal meetomvormers is vervangen door een gekwalificeerd type.
- Om een vroegtijdige lekdetectie mogelijk te maken zijn per reactorgebouw twee continu-spectrometers geïnstalleerd.
- De beveiliging tegen overdrukken in warme en koude toestand is verbeterd. De bestaande veiligheidskleppen zijn vervangen door gekwalificeerde SEBIM-kleppen. De koude overdrukbeveiliging is volledig geautomatiseerd.
- Er zijn nieuwe mechanische dichtingen geïnstalleerd op de primaire pompen. Deze zijn beter bestand tegen het wegvallen van de koeling. In het GNS is een nieuw injectiesysteem (RJ) voor de dichtingen geïnstalleerd als redundant systeem voor het bestaande systeem.
- Er is een systeem voor detectie van losse stukken (LPMS) in de primaire kring geïnstalleerd.
- De ventilatiekringen zijn verbeterd. In het GNH zijn de ventilatiesystemen ontdubbeld. Voor de lokalen waar een hogere radioactiviteit aanwezig kan zijn, is een nieuw ventilatiesysteem met hoge capaciteit en een aangepast filtersysteem geïnstalleerd. De ventilatie van de controlezaal is vervangen en ontdubbeld. De nieuwe installatie beveiligt het controlezaalpersoneel beter tegen de aanzuiging van explosieve en toxische gassen en de aanwezigheid van radioactiviteit in de omgeving.
- De mogelijkheid is voorzien om na een ongeval de gemeenschappelijke waterstofrecombinator van Doel en Tihange aan te sluiten.

- Er is voorzien in bijkomende stralingsmetingen in het reactorgebouw en op de hoofdstoomleidingen, en bijkomende activiteitsmetingen in het reactorgebouw en op de schouwen.
- Om bij een incident de toestand in het reactorgebouw beter te kunnen analyseren, is een waterstaalnamesysteem geïnstalleerd. Er is bovendien apparatuur voor continue waterstof- en gammaspectrometriemetingen in dienst genomen.

3.1.2 Tweede Tienjaarlijkse Herziening

Bij de tweede TJH van Doel 1&2 is voor alle belangrijke nucleaire veiligheidsaspecten onderzocht of het veiligheidsniveau nog even hoog was als op het moment van de initiële keuring voor ontvangst en de eerste TJH. De staat van de centrale is geïnspecteerd op verouderings- en slijtageproblemen. En het veiligheidsniveau is aangepast volgens de jongste veiligheidsregels en praktijken. Er is toen beslist om de volgende preventieve verbeteringen door te voeren:

- Om te anticiperen op mogelijke verouderingsverschijnselen zijn de stoomgeneratoren van Doel 2 vervangen. Voor een aantal elektrische systemen en mechanische uitrustingen zijn vervangingsprogramma's opgesteld.
- Om de goede werking van de veiligheidssystemen te blijven garanderen, zijn de lagedruk-veiligheidsinjectiepompen grondig aangepast. Het filtersysteem op de aanzuiging in de recirculatiesterfputten is fors vergroot, en er is een hevelbreeksysteem in de splijtstofopslagdokken van het reactorgebouw geïnstalleerd. Het kwalificatieniveau van een aantal tuigen met een actieve veiligheidsfunctie is verbeterd.
- Om tegemoet te komen aan de nieuwe reglementering is de branddetectie en brandbeveiliging ingrijpend aangepast. Ook de betrouwbaarheid van de veiligheidsdiesels is verhoogd.

De bestaande ongevalsstudies zijn opnieuw uitgevoerd en waar nodig aangevuld, om aldus te komen tot een coherente en volledige set van studies rekening houdend met de laatste inzichten en nieuwe randvoorwaarden. De conclusie was dat er voldoende marges zijn in het ontwerp.

Uit de resultaten van de PSA-studie (*Probabilistic Safety Assessment*) kwam een globale kans op kernsmelting naar voren, vergelijkbaar met die van gelijkaardige centrales. Deze resultaten zijn nog verbeterd door de invoering van de nieuwe ongevalsprocedures en de installatie van passieve waterstofrecombinatoren in het reactorgebouw.

3.1.3 Derde Tienjaarlijkse Herziening

Qua opzet en werkwijze sluit de derde TJH helemaal aan bij de tweede. De tweede TJH had echter aangetoond dat de behandelde veiligheidsproblematiek in grote mate gemeenschappelijk is voor alle Belgische nucleaire eenheden. Daarom is er bij de derde TJH geopteerd voor een globale aanpak waarbij alle aandachtspunten voor alle eenheden gezamenlijk bestudeerd zijn.

- Het Veiligheidsrapport is aangepast conform de conclusies van deze studies.
- Alle mogelijke verbeteringen zijn geconsolideerd in een actieplan, dat intussen 80 % is afgewerkt. De acties die nog open staan, zijn acties die door de beslissing om Doel 1&2 te sluiten (DSZ), werden stopgezet. Als gevolg van het besluit van de huidige regering om Doel 1&2 toch langer te laten uitbaten, zijn deze acties opnieuw opgestart.

3.1.3.1 Thema: reglementering

Het thema 'reglementering' behandelde de volgende onderwerpen:

- Analyse van de gewijzigde regelgeving (fiche A1).
- Gebruik van een representatieve bronterm (fiche A2).
- Evolutie van de ASME-code sectie XI (en *Code Cases*) na 1992 (fiche A3).
- Herevaluatie van de conformiteit van veiligheidsgebonden hefwerktuigen (fiche A4).
- Herevaluatie van de Technische Specificaties en de grondslagen (fiche A7).
- Afstelling van veerbelaste veiligheidskleppen op vloeistofkringen (fiche H2).

Diverse testprogramma's zijn verfijnd, onder meer het testprogramma voor de manuele afsluiters die nodig zijn om de reactor in een veilige stilstand te brengen en te houden en/of die vermeld worden in de ongevalsprocedures.

De mechanische en elektrische inspecties hebben aangetoond dat de SFP-bruggen in lijn zijn met de van kracht zijnde reglementering, mits enkele beperkte aanpassingen, die nagenoeg allemaal zijn uitgevoerd. Ook voor de niet-SFP hefwerktuigen zijn er enkele wijzigingen ter verbetering van de veiligheid geïdentificeerd.

3.1.3.2 Thema: specifieke interne en externe risico's

Het thema 'specifieke interne en externe risico's' behandelde de volgende onderwerpen:

- Herevaluatie van de omgeving van de site (fiche B1).
- Herevaluatie van de impact van uiterste weersomstandigheden (fiche B2).
- Herevaluatie van de beveiliging tegen overstroming van de site (fiche B4).
- Risico's verbonden aan overstroming van lokalen (fiche B5).
- Systematische benadering voor evaluatie van brandrisico's (fiche B6).
- Herevaluatie van de gevolgen van explosies in gesloten ruimtes (fiche B7).
- Bedrijfszekerheid van geïnformatiseerde systemen in geval van rookontwikkeling (fiche M1).

Voor de veiligheidssystemen onderhevig aan extreme weersomstanigheden zijn aanpassingen aan de uitbatingsvoorschriften aangebracht. Er is een campagne uitgevoerd om de beschikbare koelmiddelen te optimaliseren, en er is een voor de site representatieve thermometerhut geplaatst. Er zijn maatregelen gedefinieerd ter bestrijding van mogelijke

overstromingen veroorzaakt door gebeurtenissen op de site. Er is een systeem van overstromingsdetectie geplaatst op strategische punten omheen de technische perimeter van Doel 1&2.

Een bijkomende alarmering op de controlezaal is voorzien, alsook bijkomende afvoermogelijkheden bij een mogelijke interne overstroming. Het testprogramma voor de uitrustingen voor de afvoer van deze wateroverlast, is uitgebreid. Sommige circuits zijn verstevigd om de kans op lekken tot een minimum te beperken. Er is een methodiek in het wijzigingsproces geïntegreerd op basis van een checklist voor het systematisch analyseren van brandrisico's.

In sommige elektrische stuurkasten van geïnformatiseerde veiligheidsgebonden systemen zijn bijkomende rookmelders geïnstalleerd.

Er is een reeks maatregelen uitgevoerd om het explosierisico bij gasvoerende leidingen als laag te kunnen beschouwen: aanpassing labeling en zonering, optimalisering lekbeheer gasvoerende systemen, enz.

3.1.3.3 Thema: veiligheidsstudies

Het thema 'veiligheidsstudies' behandelde de volgende onderwerpen:

- Herziening van de probabilistische veiligheidsstudie (PSA) (fiche C1).
- Herevaluatie van de veiligheid in niet-vermogenstoestanden (fiche D1).
- Debiet-onevenwicht in de primaire lussen (fiche D3).
- Herevaluatie van het reactorgebouw en het bijgebouw aan het reactorgebouw bij primaire en secundaire leidingbreuk (fiche G5).

Het PSA-model is geactualiseerd rekening houdend met de ontwikkelingen op het vlak van de methodologie en met de toestand van de eenheden op 1 januari 2005. De ongevalsprocedures zijn aangepast rekening houdend met de evaluatie van de resultaten van het geactualiseerde PSA-model. Het aspect PSA is eveneens geïntegreerd in de beleidsprocedures omtrent ervaringsbeheer.

De Technische Specificaties over het asymmetrisch primair debiet zijn geharmoniseerd voor alle Belgische eenheden. In het lokaal van de expansieleiding van het drukregelvat van Doel 1 en in de BAR van Doel 1 en Doel 2 zijn enkele structurele aanpassingen uitgevoerd.

3.1.3.4 Thema: incidenten en ongevallen

Het thema 'incidenten en ongevallen' behandelde de volgende onderwerpen:

- Optimalisatie van het beheer van zware ongevallen (fiche D2).
- Proces van opstellen, verificatie en updaten van de ongevalsprocedures (fiche E1).
- Procedures voor stabiliseren van incidentsituaties bij de behandeling van splijtstofelementen (fiche E2).
- Dosissen die de operatoren in de controlezaal oplopen na een intern ongeval (fiche G7).

De procedures voor het beheer van buiten-ontwerpongevallen (zware ongevallen) zijn aangepast. De nodige conventies bij het schrijven en ontwerpen van de ongevalsprocedures zijn vastgelegd in de betrokken beheerprocedure. Er zijn verbeteringen aangebracht aan de documenten die incidentsituaties bij de behandeling van splijtstof ondersteunen.

3.1.3.5 Thema: veroudering en vernieuwing van uitrustingen

Het thema 'veroudering en vernieuwing van uitrustingen' behandelde de volgende onderwerpen:

- Beschikbaarheid van de temperatuur-meetsondes in de by-passleidingen van de primaire lussen (fiche F2).
- Opvolging van de verbrossing van de reactorkuip en de koude overdrukbeveiliging (fiche I1).
- Opvolging van de radiale geleidingen van de interne delen van de reactorkuip (fiche I2).
- Opvolging van de splitpennen van de geleidingsbuizen van de controlestaven (fiche I3).
- Opvolging van de bevestigingsschroeven van de insluitwand van de reactor (fiche I4).
- Thermische veroudering van gegoten roestvrij staal in de primaire kring (fiche I5).
- Thermische vermoeiing (fiche I7).
- Opvolging van corrosieverschijnselen in pijpleidingen (fiche I8).
- Herevaluatie van de vermoeiingskwalificatie van ASME-componenten (fiche I9).
- Veroudering van elastomeren die veiligheidsuitrustingen ondersteunen (fiche I10).
- Renovatie van procesinstrumentatie en systemen voor controle-bediening (fiche J1).
- Renovatie van onderdelen van veiligheids- en noodsystemen (fiche J2).
- Renovatie van gebouwen en structuren (fiche J3).
- Beschikbaarheid van brandbeveiliging op lange termijn (fiche J4).

Op bepaalde kringen is een ultrasone inspectie uitgevoerd: er is geen enkele indicatie van thermische vermoeiing gedetecteerd. Voor enkele koel- en ventilatiekringen is een bijzondere opvolging opgezet voor wat betreft uitwendige corrosie. Verder is een werkwijze opgezet voor periodiek spuien van persluchtkringen.

De procedures voor het inventariseren van de transiënten in uitbating zijn aangevuld.

De elastomeren van de BEP- en MEP-kasten zijn vervangen. Om de veroudering van de steunen van mechanische uitrustingen op te volgen is een programma voor opvolging en vervanging geïmplementeerd.

Er is een renovatiestrategie ontwikkeld voor veiligheidsinstrumentatie en -systemen voor de controle-bediening. Alle herstellingen en verstevigingen omtrent onderdelen van veiligheids- en noodsystemen zijn uitgevoerd: aanpassing chassis SI-pompen, versteviging ondersteuning CV-kring, renovatie LPMS-systeem, enz.

Het periodiek inspectieprogramma 'bouwkunde' is aangepast. De dakbekleding en betonnen structuren van de buitenzijde van de reactorgebouwen Doel 1&2 en BAR zijn vernieuwd.

De sectieafsluiters en diverse delen van de ondergrondse collector zijn vervangen. De branddetectiecentrales zijn gemoderniseerd. Diverse brandkleppen en blusposten zijn vervangen door een performanter type.

3.1.3.6 Thema: veiligheidssystemen

Het thema 'veiligheidssystemen' behandelde de volgende onderwerpen:

- Beschikbaarheid en betrouwbaarheid van kritische veiligheidsuitrustingen (fiche F1).

- Herevaluatie van de veiligheidsventilatie- en rookafzuigfuncties (fiche F6).
- Herevaluatie van de containment-isolatiefunctie en tests (fiche G1).
- Op druk komen van geïsoleerde leidingen in het containment na ongeval (fiche G2).
- Lektests en lekcriteria voor veiligheidsgebonden afsluiters (fiche G6).
- Noodzaak van een chemische toevoeging in sproeiwater (fiche G10).
- Verificatie van de koelcapaciteit van veiligheidsgebonden warmtewisselaars (fiche H3).
- Herevaluatie van veiligheidsdiesels in het licht van nieuwe voorschriften bij het ontwerp (fiche D4).
- Herevaluatie van veiligheidssystemen in het licht van nieuwe voorschriften bij het ontwerp (fiche D5).

Op basis van de RCM-methode (*Reliability Centered Maintenance*) zijn de onderhoudsplannen voor kritische veiligheidsuitrustingen Doel 1&2 geoptimaliseerd. De koelbatterijen van de inwendige ventilatie van het reactorgebouw en van de relaiszalen zijn vervangen. Wat de lekcriteria voor veiligheidsgebonden afsluiters betreft zijn de Technische Specificaties en uitbatingstestprocedures aangepast en er zijn verbeteringen aangebracht aan de testprocedures in verband met de containment-isolatiefunctie om een nauwkeuriger lekbepaling toe te laten.

In 2012 zijn vijf nieuwe veiligheidsdiesels in dienst genomen, met een hogere betrouwbaarheid en een groter elektrisch vermogen. Een scheiding van de elektrische 6 kV- en 380 V-borden is doorgevoerd, wat de centrale beter wapent tegen enkelvoudige fout. De CC-voeding van de redundante ventilatiekoelers van de SC-kelder is ontdebeld, waardoor deze ongevoelig worden aan de enkelvoudige fout. Bovendien is de procedure voor verlies van CC verfijnd.

3.1.3.7 Thema: behoud en opbouw van kennis

Het thema 'behoud en opbouw van kennis' behandelde de volgende onderwerpen:

- Opleiding en kwalificatie van het personeel (fiche K1).
- Documentatie en kennis van de ontwerpbasis (fiche K2).

Er is een beheersysteem ontwikkeld voor competenties en opleidingsplannen inzake nucleaire veiligheid en kennis van de ontwerpbasis, en dit voor alle personeelsleden.

3.1.3.8 Thema: preventief veiligheidsbeleid

Dit thema behandelde het actief preventiebeleid op het vlak van dosisbeperking (fiche L3).

De specialisatiegraad van de werkvoorbereiders stralingsbescherming in specifieke domeinen is verbeterd, en de opleiding in stralingsbescherming voor het personeel dat niet behoort tot de dienst stralingsbescherming is uitgebreid. De personenmonitoren aan de toegang van de warme zone zijn vervangen door monitoren met performante β - en γ -detectoren.

3.1.4 Vervanging van de stoomgeneratoren

Zowel bij Doel 1 als Doel 2 zijn de stoomgeneratoren vervangen door een nieuw type dat minder gevoelig is voor corrosie. Met deze nieuwe generatoren kon meteen ook het

geproduceerde vermogen verhoogd worden. Naar aanleiding van deze vervanging zijn de meeste veiligheidsstudies opnieuw uitgevoerd.

3.1.5 Belgian Stress Test (BEST)

In het kader van het BEST-project zijn verschillende bijkomende buitenontwerpongevallen geanalyseerd. Dit heeft geleid tot nieuwe procedures om deze ongevallen op te vangen, waaronder:

- Verlies van externe stroomvoorziening en verlies van eerste-niveau on-site back-up stroomvoorzieningen (*Station Blackout, SBO*).
- Verlies van externe stroomvoorzieningen en verlies van alle on-site back-up stroomvoorzieningen (*Complete Station Blackout, CSBO*).
- Verlies van de primaire ultieme koudebron.
- Verlies van de primaire ultieme koudebron en de alternatieve koudebron.

Ook de gevolgen op de site van een aardbeving, een overstroming en extreme meteorologische omstandigheden (tornado, hevige regenval, sneeuw, extreme temperaturen) zijn onderzocht. De studies hebben aangetoond dat de installaties het behoud van de essentiële veiligheidsfuncties kunnen garanderen.

Waar nodig zijn mobiele middelen voorzien op de site. Als gevolg hiervan zijn er ook voorzieningen getroffen om de inzet van de mobiele middelen te vereenvoudigen of efficiënter te maken:

- Er zijn stijgleidingen aangebracht om de mobiele pompen van buiten uit aan te sluiten op de PL-dokken.
- Er zijn aansluitmogelijkheden voorzien om de AFW-tanks bij te vullen via mobiele pompen en de brandweerkring om zo de koeling via de stoomgeneratoren onbeperkt mogelijk te maken.
- Er is een aansluitmogelijkheid voorzien om de stoomgeneratoren rechtstreeks via mobiele pompen gevuld te houden.
- De SP-pompen kunnen via een mobiele dieselgenerator gevoed worden, zodat met deze pompen de reactor gekoeld kan blijven.
- Er zijn nieuwe vermogenschuiven en bijbehorende kabels geïnstalleerd om de elektriciteitsborden met mobiele dieselgeneratoren op spanning te houden.

De analyse van de verschillende ongevalsscenario's heeft geleid tot de invoering van nieuwe procedures en tot de aanpassing van de noodplanorganisatie om mogelijke *multi unit events* beter te kunnen opvangen.

In 2010 is een voorbereidend *Seismic Margin Assessment* (SMA) uitgevoerd voor Doel 1&2. De resultaten ervan zijn nadien aangewend bij de Weerstandstesten (BEST). Een internationaal team van experts heeft een grondige evaluatie gemaakt van de marges tegenover een gekozen *Review Level Earthquake* (RLE) met een *Peak Ground Acceleration* (PGA) van 0,17 g. Ook de combinatie van aardbeving en overstroming is onderzocht.

3.1.6 Andere belangrijke projecten en wijzigingen met een impact op de nucleaire veiligheid

- Vervanging van de vier eerste-niveaudieselgeneratoren door vijf nieuwe met een verhoogd vermogen. Deze zijn geïnstalleerd in een nieuw gebouw dat beter bestand is tegen externe ongevallen.
- In het GNS zijn een vijfde en zesde 110 V-batterij en een extra gelijkrichter geplaatst.
- De soft- en hardware van de simulator zijn vernieuwd. Hierdoor zijn de simulaties nog realistischer geworden en kunnen installatiewijzigingen sneller op de simulator toegepast worden.
- De splijtstofrekken in het GNH zijn vernieuwd. Door het gebruik van boorstaal in de nieuwe rekken is de onderkriticiteit op een duurzame manier gegarandeerd. Tegelijk is de veiligheid voor de nieuwe splijtstofrekken opnieuw geëvalueerd aan de hand van studies.
- De koelmogelijkheden van de splijtstofopslagdokken zijn uitgebreid. Er is een derde koelpomp geïnstalleerd en de mogelijkheid is voorzien om de dokken te koelen via externe mobiele pompen en extra leidingen.
- Er is een derde MW-tank geplaatst. Daardoor is er meer watervoorraad om de stoomgeneratoren bij te vullen en is er meer bluswater ter beschikking.
- De personenmonitoren voor controle op restbesmetting zijn vervangen door een meer geavanceerd type.
- De kritische hijsbruggen zijn gekwalificeerd.
- De recirculatiefilters die tijdens de recirculatie na LOCA in dienst genomen worden, zijn vergroot. Door de twee sterk vergrote filters met kleinere maaswijdte is verstopping uitgesloten en wordt alle vuil in het reactorgebouw tegengehouden.
- De laatste jaren zijn verschillende veranderingen en verbeteringen doorgevoerd in de brandbeveiliging. De uitrusting beantwoordt daardoor aan de strengste normen. De nieuwe gebouwen zijn adequaat tegen brand beveiligd.

3.2 Werkwijzen

3.2.1 Nieuwe werkwijzen

- Alle organisatieprocedures van de hele site en de entiteiten zijn herschreven in een nieuwe en logische structuur. De verschillen in werkwijze tussen de verschillende entiteiten zijn zo veel mogelijk weggewerkt.
- Ter verbetering van de human performance zijn in de bedrijfsopleiding en het onderhoud doorgedreven actieplannen opgezet en toegepast, en dit in samenwerking met externe specialisten. Deze HU-coaching maakt nu een vast onderdeel uit van de simulatortraining, de bedrijfsopleiding en de teambegeleiding op de werkvloer.
- Dankzij de opvolging van de G-factor (gebruiksfactor technische specificaties) worden de onbeschikbaarheden van de veiligheidstuigen zo laag mogelijk gehouden. De bijdrage van de onbeschikbaarheden op de *Core Damage Frequency* (CDF) – berekend met de *Probabilistic Safety Assessment* (PSA) – wordt eveneens geëvalueerd.
- De PSA is een effectief hulpmiddel geworden bij de evaluatie van incidenten, technische specificaties, onbeschikbaarheden en besluitvorming.
- Het actieplan Nucleaire Veiligheid & Beschikbaarheid (NV&B) is ingevoerd en wordt continu opgevolgd en bijgewerkt op de *Plant Operating Review Committees* (PORC).
- Alle contractors krijgen een opleiding op de werfsimulator.
- In lijn met de IAEA's *Safety Guide NS-G-2.6 Maintenance, Surveillance and In-Service Inspection in Nuclear Power Plants* is voor Doel 1&2 een uitgebreid en volledig gedocumenteerd MS&I-programma (*Maintenance, Surveillance & Inspection*) opgesteld en geïmplementeerd.
- Voor de veiligheidsgebonden systemen worden *System Health Reports* (SHR) geüpdatet. Alle uitbatinginformatie van deze systemen wordt hierin samengebracht en maakt indien nodig het voorwerp uit van verbeteringsplannen.

3.2.2 Behoud en verbetering van bestaande werkwijzen

- Het scramreductieplan wordt nauwgezet opgevolgd.
- De kwaliteit van de uitbatingsprocedures wordt continu verhoogd.
- Sinds 2005 bestaat er een centrale, betrouwbare en krachtige databank met uitgebreide functionaliteiten. De volledige levenscyclus van alle documenten wordt strikt gecontroleerd en opgevolgd. De elektronische versies worden bewaard en ter beschikking gesteld. Ook de fysieke klassen worden beheerd via SAP DMS, waardoor de documenten snel en eenvoudig terug te vinden zijn.
- De verwachtingen bij consigneren en deconsigneren van systemen zijn op een uniforme manier benaderd voor de hele site, en er zijn nieuwe verwachtingen gecreëerd in het onafhankelijk nazien van consignaties en deconsignaties (EXPL/O/03). De bedoeling is om duidelijke en eenduidige regels op te leggen en het onafhankelijke nazicht en de QC (*Quality Control*) te verhogen.

- Het herkwalificatieproces na onderhoud is volledig herbekeken en de verwachtingen zijn duidelijk vastgelegd. Er is een volledig nieuwe methodologie uitgevoerd met standaardherkwalificatiefiches om duidelijkheid en uniformiteit te creëren in het herkwalificatieproces (INST 36).

3.3 Belangrijkste audits en assessments

- OSART Doel 1&2 (2010) en bijbehorende opvolging in 2012.
- *WANO Peer Reviews* van de hele site (2002, 2006, 2009 en 2013) en hun respectieve follow-ups (2004, 2007, 2011 en 2014).
- WANO voerde in Doel diverse *technical support missions* uit:
 - Trainingseminarie *Operational Decision Making* (ODM)
 - *Human Performance* (3x)
 - Grondoorzaakanalyse (2x)
 - Wijzigingsproces
 - Onderhoudsprocedures en beheer van lekken
 - Onderhoud van diesels
 - Opleiding en kwalificatie
 - Verbetering van de operationele focus
 - Managers op de werkvloer
 - *Long Term Operation* (LTO)
- *WANO Safety Culture Assist Visit* (SCAV) in 2013
- Om de drie jaar is er een hercertificering van de certificaten OHSAS (klassieke veiligheid) en EMAS (milieu). Jaarlijks is er een opvolgingsaudit.
- Periodieke audits door de verzekeraar NEIL.
- Audits door SYBAN.

3.4 Studies en R&D-programma's

Tractebel Engineering neemt in opdracht van Electrabel deel aan vele R&D-programma's van OECD en de EU om het beheer van zware ongevallen te verbeteren en om de nieuwste evoluties in thermohydraulische en PSA-studies op te volgen en toe te passen. Voor de verbetering van de ongevalsprocedures wordt samengewerkt met de *Westinghouse Owners Group* (WOG).

Electrabel is lid van diverse FROG-werkgroepen: *ageing* en materialen, scheikunde, diesels, revisie optimalisatie, accidentprocedures, PSA en stoomgeneratoren. Electrabel neemt ook deel aan specifieke R&D-programma's, vooral in het kader van materiaalonderzoek en het gebruik van hydrazine als conditioneringsmiddel. Samen met Laborelec is Electrabel lid van EPRI voor de thema's NMAC (Maintenance databank) en Scheikunde.

Electrabel heeft toegang tot de WANO- en INPO-databanken. De evolutie van de reglementering wordt actief opgevolgd door ECNSD via de *Regulatory Watch*.

3.5 Dimensionering van de hulpinstallaties

De verdere exploitatie van Doel 1&2 zal een impact hebben op de hoeveelheid geproduceerde effluënten, vooral de radioactieve effluënten, en op de hoeveelheid gegenereerd afval. De aanpak gebeurt in nauw overleg met NIRAS, de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen.

Om het afval gedurende de verdere exploitatie te kunnen opslaan moeten de gebouwen correct gedimensioneerd zijn. Dat geldt ook voor de opslag van grote componenten waarvan de vervanging voorzien is, en in het bijzonder voor de opslag van de gebruikte splijtstof. Hieronder volgt een synthese van acties en projecten die aantonen hoe het radioactief afval proactief wordt beheerd door alle betrokken partijen, waaronder Electrabel en NIRAS.

3.5.1 Beheer van de opslag van de gebruikte splijtstof

De huidige tussentijdse opslagruimte bestaat voor Doel uit de droge opslag van splijtstofelementen in containers. Deze opslagruimte (Splijtstofcontainergebouw, SCG) is ontworpen voor een levensduur van 40 jaar, zonder rekening te houden met de afvoer van splijtstofelementen vanuit de splijtstofopslagdokken. Er is dus vanuit gegaan dat deze bekkens gevuld blijven met gebruikte splijtstofelementen. De splijtstofelementen worden in de eerste jaren na ontlading uit de kern in deze splijtstofopslagdokken opgeslagen. Onder de huidige omstandigheden zal voor de droge opslag en de splijtstofopslagdokken het verzadigingspunt bereikt zijn in 2022.

In 2010 is een studieproject opgestart (SF²) om extra opslagcapaciteit te voorzien op de site, rekening houdend met de verdere uitbating van de andere nucleaire eenheden en het ontladen van de splijtstofopslagdokken. Hierbij is rekening gehouden met een verlenging van de uitbating met tien jaar voor Doel 1&2. Na een haalbaarheidsstudie voor de opslag van splijtstofelementen onder water wordt op dit moment de haalbaarheid onderzocht van de droge opslag van splijtstofelementen. Er is uitgegaan van een extra benodigde capaciteit van ongeveer 70 containers, rekening houdend met het huidige wettelijke kader en de langetermijnuitbating (LTO) van Doel 1&2. De bedoeling is om de extra opslagcapaciteit beschikbaar te hebben in 2021.

Een uitbreiding van het gebouw kan op termijn voorzien worden in geval van een levensduurverlenging van een van de andere nucleaire eenheden in Doel. De richtlijnen van het FANC voor nieuwe klasse I zijn van toepassing op deze extra opslagruimte. De splijtstofelementen moeten door de container of het gebouw beschermd zijn tegen zware ongevallen (brand, vliegtuigval, aardbeving, gaswolkexplosie, enz).

3.5.2 Beheer van het radioactief afval

3.5.2.1 Inventarisering, karakterisering en mogelijke evacuatie van afval in de splijtstofopslagdokken

Volgend op het project *Emptying of Pools* (EOP), een onderdeel van het toenmalige sluitingsprogramma van Doel 1&2, zal het departement *Fuel* een plan van aanpak uitwerken voor het inventariseren en karakteriseren van het afval dat zich in de splijtstofopslagdokken van alle eenheden bevindt.

In voorbereiding van de ontmanteling van Doel 1&2 is destijds bepaald dat het niet-fissiel materiaal en het historisch afval in de dokken van het GNH voor de eigenlijke aanvang van de ontmanteling verwijderd moeten zijn. Het materiaal wordt geïnventariseerd en verdeeld in drie groepen:

- Hoogactief materiaal dat niet geëvacueerd kan worden via erkende verwerkingsprocedés (bijvoorbeeld controlestaven, stoppen van de verbruikte splijtstofelementen) en op de site tijdelijk opgeslagen moet worden in *dual purpose high integrity casks*.
- Materiaal dat geëvacueerd en verwerkt kan worden via erkende procedés.
- Verschillende materialen die nog verder onderzocht moeten worden (bijvoorbeeld filters).

3.5.2.2 Alkalisilicaatreactie in afvalvaten Doel

In een aantal afvalvaten heeft een alkalisilicaatreactie (ASR) plaatsgevonden. NIRAS en Electrabel hebben beslist om op de site van Belgoprocess een nieuw specifiek gebouw neer te zetten voor de opslag van alle betrokken vaten, ook de vaten die al aan NIRAS waren overgedragen.

Het concept en de planning zijn al met het FANC besproken. Het is de bedoeling om tegen midden 2017 over de nodige vergunningen te beschikken zodat de bouw ervan kan starten en een jaar later operationeel kan zijn. Nadien worden de ASR-vaten vanuit Doel overgebracht naar het nieuwe opslaggebouw op de site van Belgoprocess.

3.5.2.3 Verwerkingsprocedé van concentraten en harsen in Doel

Om de ASR-problematiek voor de afvalvaten op te lossen, moet er gezocht worden naar nieuwe verwerkingsprocedés voor harsen en concentraten, die voortkomen uit de productie in Doel. Onderzoek en studies zijn lopende, in nauw overleg met NIRAS. De doelstelling is om voor de harsen de conditionering te herstarten in januari 2018 en voor de concentraten een jaar later. De duurtijd van dit traject wordt in grote mate bepaald door noodzakelijke acceptatietesten en het verkrijgen van de eigenlijke erkenning door NIRAS. Er is in Doel voldoende opslagcapaciteit beschikbaar om deze periode te overbruggen.

3.5.2.4 Stoomgeneratoren en reactordeksels

De toestand van de stoomgeneratoren blijft onveranderd. De oude stoomgeneratoren van Doel 1&2 en Doel 3&4 die eerder vervangen zijn, bevinden zich nog steeds in het GSG. Na

de vervanging van het reactordeksel van Doel 4 (uitgevoerd in najaar 2015) zal het oude reactordeksel eveneens worden opgeslagen in het GSG.

3.6 Long Term Operation

3.6.1 Precondities voor LTO

Electrabel heeft onderzocht of Doel 1&2 voldoet aan de verwachtingen van het IAEA om een periode van verlengde levensduur te kunnen aanvatten. De verwachtingen zitten vervat in de volgende precondities, die elk apart geëvalueerd zijn:

- Programma's voor:
 - Onderhoud
 - Kwalificatie van uitrustingen
 - *In-service inspection*
 - Toezicht en monitoring
 - Chemisch toezicht
- Een managementsysteem voor configuratie en kwaliteitszorg (QA).
- Originele *Time-Limited Ageing Analyses* (TLAA).
- Huidig Veiligheidsrapport en andere *Licensing Basis Documents* (LBD).

Electrabel heeft de verwachtingen van het IAEA omgezet naar een reeks criteria die aangepast zijn aan de Belgische context. De algemene conclusie is dat Doel 1&2 voldoet aan deze criteria, en dat alle precondities voor verlengde levensduur vervuld zullen zijn. Het actieplan zal uitgevoerd zijn op T_0 .

3.6.2 Verouderingsbeheer

3.6.2.1 Doelstelling

In *Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants* (IAEA Safety Reports Series N° 57, October 2008) [REF ALG-12] staat het volgende:

“Een correcte LTO-evaluatie toont aan of de verouderingseffecten voldoende beheerd zullen worden zodat de beoogde veiligheidsfuncties in overeenstemming blijven met de huidige vergunningsbasis (Current Licensing Basis – CLB) van de centrale, voor de geplande LTO-periode.”

IAEA Safety Reports Series N° 57, October 2008 [REF ALG-12]

Om dit aan te tonen, worden de tools gebruikt die beschikbaar zijn in internationale referenties, zoals het *Integrated Plant Assessment*-proces (IPA), het *Ageing Management Program* (AMP) en *Time Limited Ageing Analysis* (TLAA). Indien nodig, werden specifieke processen ontwikkeld voor de *Ageing Management Evaluation* (AME).

3.6.2.2 Specifieke referenties en informatiebronnen

In deze sectie worden de internationale referenties opgesomd die Electrabel heeft gebruikt als input voor LTO *Ageing*.

IAEA-methodologie

Electrabel organiseert de activiteiten voor LTO *Ageing* in overeenstemming met de methodologie die door het IAEA wordt voorgesteld.

Titel	Referentie	Versie/ datum
<i>Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants</i> [REF ALG-12]	IAEA-SRS-57	Oktober 2008
<i>Plant Life Management for LTO of Light Water Reactors</i> [REF ALG-14]	IAEA-TRS-448	December 2006
<i>Final Report of the extra budgetary program on safety aspects of long term operation of water moderated reactors</i> [REF ALG-13]	IAEA-EBP-SALTO	Juli 2007
<i>OSART Guidelines for Long Term Operation</i> [REF ALG-15]	/	Ontwerp rev. 2, mei 2009

IAEA-onderscheid tussen fysieke en niet-fysieke veroudering

Het IAEA maakt een onderscheid tussen fysieke en niet-fysieke veroudering:

- Fysieke of materiële veroudering is de veroudering van de systemen, structuren en componenten (SSC) als gevolg van fysische, chemische of biologische processen. Voorbeelden van fysieke veroudering zijn onder andere slijtage, thermische schade, stralingsschade en corrosie.
- Niet-fysieke of technologische veroudering heeft te maken met het proces waarbij iets gedateerd of verouderd raakt wegens ontwikkelingen in kennis en technologie, en de bijbehorende veranderingen in normen en standaarden. Voorbeelden van niet-fysieke veroudering zijn onder andere de onbeschikbaarheid van gekwalificeerde onderdelen voor ouder materieel, het verdwijnen van de originele fabrikant of leverancier, incompatibiliteit tussen oude en nieuwe uitrusting, culturele veranderingen en achterhaalde procedures of documentatie. Het verlies van kennis en competentie door de verschuiving van de leeftijdscurve van het personeel (pensioen) behoort ook tot het niet-fysieke verouderingsproces.

Amerikaanse standaarden en richtlijnen

Electrabel maakt ook gebruik van de volgende standaarden en richtlijnen opgesteld door Amerikaanse instanties:

Titel	Referentie	Versie/datum
<i>Requirements for renewal of operating licenses for Nuclear Power Plants</i> [REF SF3-3]	U.S. NRC-10 CFR, deel 54	2005
<i>Standard Review Plan for Review of License Renewal Applications for Nuclear Power</i> [REF ALG-16]	U.S. NRC-NUREG-1800	Revisie 1, September 2005
<i>Generic Ageing Lessons Learned (GALL) Report</i> [REF SF4-3]	U.S. NRC-NUREG-1801, volume 1 en 2	Revisie 1, September 2005
<i>Industry Guidelines for Implementing the Requirements of 10 CFR part 54 – The License Renewal Rule</i> [REF SF3-2]	NEI 95-10	Revisie 6, juni 2005
<i>Plant Support Engineering: License Renewal Electrical Handbook (Electric Power Research Institute)</i> [REF ALG-17]	EPRI 1003057	Revisie 1, januari 2005
<i>Non-class 1 Mechanical Implementation Guidelines and Mechanical Tools (Electric Power Research Institute)</i> [REF ALG-18]	EPRI 1010639	Revisie 4, januari 2006
<i>Ageing Identification and Assessment Checklist. Civil and Structural Components – Final Report (Electric Power Research Institute)</i> [REF ALG-19]	EPRI 1011224	Februari 2007

Positie van Electrabel tegenover internationale referenties

De referenties van het IAEA werden zonder grote aanpassingen overgenomen. De Amerikaanse vereisten, standaarden, en richtlijnen, daarentegen, werden aangepast aan de Belgische context:

Aanpassingen	Verenigde Staten	België
Belangrijkste aanpassingen	Voor LTO hebben NPP een verlenging nodig van hun vergunning.	NPP hebben geen verlenging nodig van hun vergunning. Volgens §11 van de strategische nota inzake LTO van het FANC [REF ALG-11] is de goedkeuring voor LTO geïntegreerd in het goedkeuringsproces voor de vierde TJH.

Aanpassingen	Verenigde Staten	België
	In de Amerikaanse referenties zijn geen actieve componenten opgenomen in de scope van de LTO, omdat ze ervan uitgaan dat deze onder de <i>Maintenance Rule</i> vallen.	De methodologie voor <i>LTOAgeing</i> geldt ook voor de actieve componenten, zoals gevraagd in de strategische nota inzake LTO van het FANC [REF ALG-11].
Minder belangrijke aanpassingen (niet exhaustief)	10 CFR 54 [REF SF3-3]	Electrabel heeft haar IPA-proces ontwikkeld op basis van de 10 CFR 54, maar aangepast aan, onder andere, de reeds bestaande Belgische <i>Ageing</i> -methodologie.
	NUREG-1800 [REF ALG-16]	De lijst van <i>commodity groups</i> , componenttypes en structuurtypes in NUREG-1800 [REF ALG-16] is aangepast aan de Belgische NPP met het oog op de scoping van structuren en EI&C-componenten.
	NUREG-1801 [REF SF4-3]	De <i>Ageing Management Programs</i> uit NUREG-1801 [REF SF4-3] zijn aangepast voor toepassing op de Belgische NPP en geïntegreerd in de huidige manier van werken.
	NEI 95-10 [REF SF3-2]	De aanpassingen in de verschillende fasen van de IPA voor passieve componenten zijn toegelicht in de specifieke methodologie voor LTO <i>Ageing</i> . Het RSQ-proces is geïntegreerd in het IPA-proces voor EI&C-componenten.

3.6.2.3 Het basisproces: het IPA-proces

De aanpak voor LTO *Ageing* is gebaseerd op het IPA-proces. IPA is een gestandaardiseerd proces voor LTO *Ageing* voor passieve componenten. IPA wordt internationaal gebruikt.

In 10 CFR 54 [REF SF3-3] definieert de U.S. NRC IPA als volgt:

"Een beoordeling van de vergunninghouder waaruit blijkt dat er structuren en componenten van een kerncentrale zijn geïdentificeerd die een herziening van het verouderingsbeheer vereisen in overeenstemming met 10 CFR 54.21(a) met het oog op de hernieuwing van de vergunning, alsook dat de effecten van de veroudering op de functionaliteit van deze structuren en componenten zullen worden beheerd teneinde de huidige exploitatievergunning te behouden met het oog op een aanvaardbaar veiligheidsniveau tijdens de periode van de verlengde exploitatie."

U.S. NRC 10 CFR 54 [REF SF3-3]

Volgens dezelfde referentie zijn passieve componenten die structuren of componenten die:

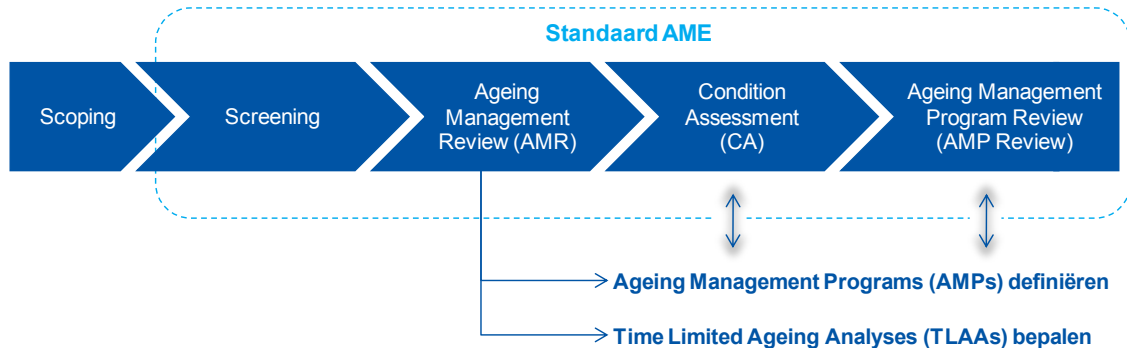
"... een beoogde functie vervullen, ..., zonder bewegende onderdelen of zonder enige verandering aan de configuratie of eigenschappen. Deze structuren en componenten omvatten, maar zijn niet beperkt tot, het reactorvat, het drukomhulsel van de primaire kring, de stoomgeneratoren, het drukregelvat, de leidingen, de pomplichamen, de klephuizen, de kernschacht, componentsteunen, drukomhulsels, warmtewisselaars, ventilatiekokers, containment, de containmentbekuijing, elektrische en mechanische doorgangen, materieelpoorten, seismische categorie I-structuren, elektrische kabels en verbindingen, kabelgoten en elektrische kasten. De volgende zaken vallen hier niet onder (onvolledig): pompen (behalve de behuizing), kleppen (behalve het huis), motoren, dieselgeneratoren, luchtcompressors, dempers, de besturing van de regelstaven, de ventilatiedempers, drukoverbrengers, drukindicatoren, waterpeilindicatoren, schakelapparatuur, koelventilatoren, transistors, batterijen, vermogensschakelaars, relais, schakelaars, stroomomvormers, printplaten, batterijladers en materiaal voor energievoorziening."

U.S. NRC 10 CFR 54.21 [REF SF3-3]

Actieve componenten zijn alle componenten die een actie of beweging kunnen uitvoeren die belangrijk is voor de veiligheid.

Overzicht

Er werd een IPA-proces ontwikkeld op basis van U.S. NRC en IAEA-documenten. De onderstaande figuur geeft een algemeen overzicht van dit IPA-proces, zoals toegepast in LTO *Ageing* voor Doel 1&2.



Figuur 3.1: Algemeen overzicht IPA-proces

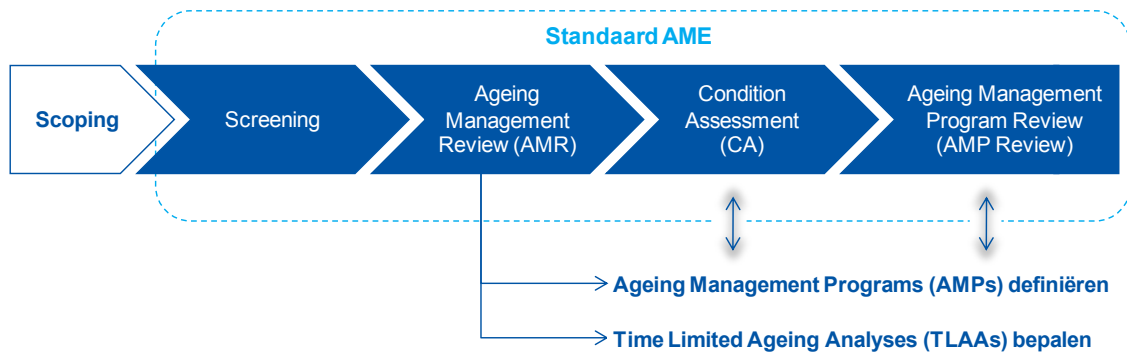
Elke stap wordt in de volgende paragrafen als individueel subproces in detail besproken.

Opmerkingen:

- *Ageing Management Programs* (AMP's) worden parallel gedefinieerd. AMP's zijn specifieke maatregelen geïmplementeerd voor het verouderingsbeheer van een gegeven groep SSC of specifieke degradatiemechanismen.
- *Scoping* is doorgaans de eerste stap voor alle SSC. De daaropvolgende reeks IPA-stappen, gaande van *Screening* tot en met *AMP Review*, noemen we de standaard *Ageing Management Evaluation* (AME). Deze AME wordt uitgevoerd per systeem (mechanisch domein), per *commodity group* (EI&C-domein) en per structuurtype (structureel domein).
- De processen *Screening* & *Ageing Management Review* (AMR) zijn sterk geïntegreerd, wat ook geldt voor de *Condition Assessment* (CA) en de *AMP Review*.
- De noodzaak voor een AMP, een TLAA en een specifiek programma per centrale wordt geïdentificeerd in de AMR. Aangezien er momenteel geen AMP's bestaan zoals in de standaardmethode die werd ontwikkeld en waarnaar wordt verwezen in NUREG-1801 [REF SF4-3], integreren we de ontwikkeling van een AMP geleidelijk aan in de AME voor SSC die onderworpen zijn aan een LTO-analyse.

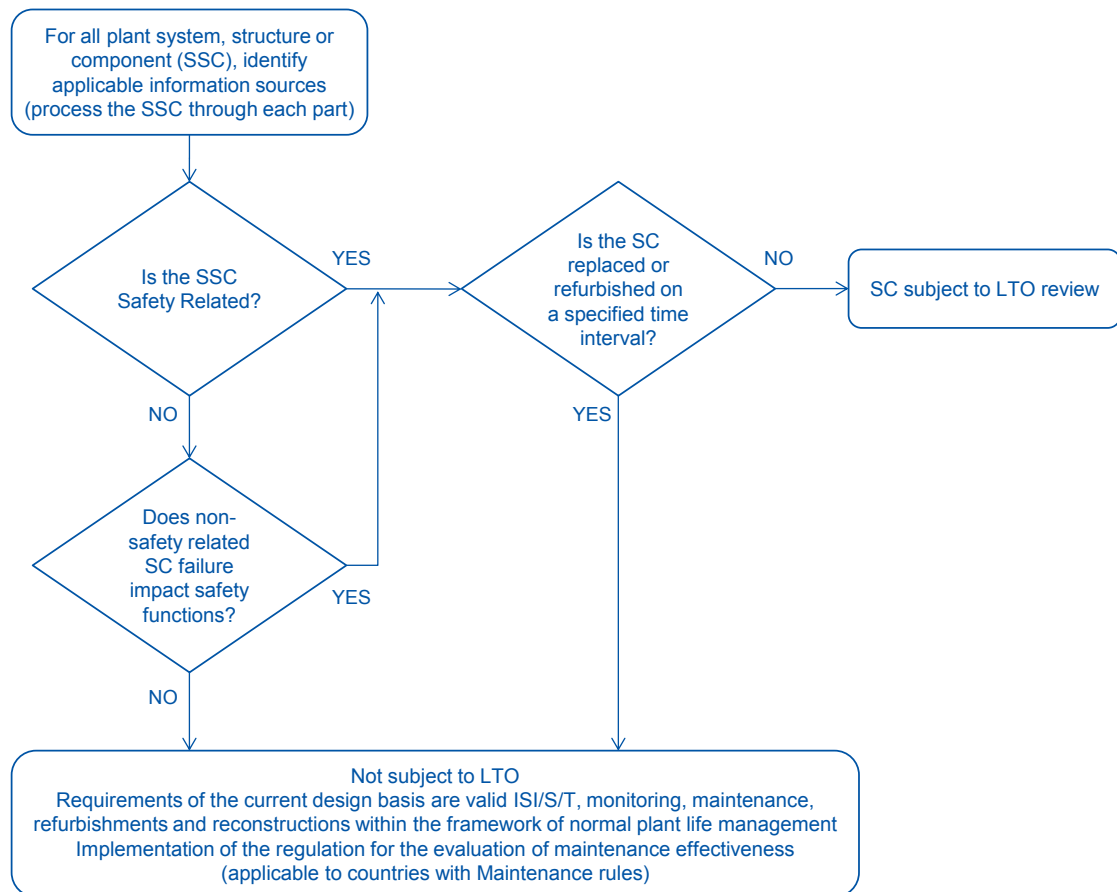
Fase 1: Scoping

De algemene doelstelling van *Scoping* is definiëren welke SSC onderworpen zijn aan een LTO-analyse (in LTO-scope).



Input van het IAEA voor Scoping

Het IAEA geeft het *Scoping*-proces als volgt weer:



Source: IAEA schematic about scoping for LTO evaluation

Figuur 3.2: IAEA-schema voor *scoping* met het oog op LTO-evaluatie

Input van het U.S. NRC voor Scoping

SSC die binnen de scope van LTO *Ageing* vallen, worden volgens 10 CFR 54.4 [REF SF3-3] als volgt gedefinieerd:

"(a) De volgende systemen, structuren en componenten van kerncentrales vallen binnen de scope van dit deel:

(1) veiligheidsgerelateerde systemen, structuren en componenten waarop men steunt om operationeel te blijven tijdens en na design-basis events (zoals gedefinieerd in 10 CFR 50.49(b)(1)) om de volgende functies te verzekeren:

(i) de integriteit van het drukomhulsel van de primaire kring;

(ii) het vermogen om de reactor uit te schakelen en in een veilige stilstand te houden; of

(iii) het vermogen om de gevolgen te voorkomen of te verlichten die zouden kunnen leiden tot mogelijke blootstellingen buiten de site, vergelijkbaar met de blootstellingen waarnaar verwezen wordt in § 50.34(a)(1), § 50.67(b)(2) of § 100.11 van dit hoofdstuk, naargelang van toepassing.

(2) Alle niet-veiligheidsgerelateerde systemen, structuren en componenten die bij uitval zouden kunnen leiden tot het niet naar behoren vervullen van enige functies geïdentificeerd in de paragrafen (a)(1)(i), (ii) of (iii) van dit deel.

(3) Alle systemen, structuren en componenten waarop men zich baseert in veiligheidsanalyses of evaluaties van centrales voor het vervullen van een functie die de naleving bewijst in overeenstemming met de regelgevingen van de Commissie inzake brandbeveiliging (10 CFR 50.48), milieukwalificatie (10 CFR 50.49), thermische schok onder druk (10 CFR 50.61), voorspelbare overgangstoestand zonder noodstop (10 CFR 50.62) en station black-out (10 CFR 50.63)."

U.S. NRC 10 CFR 54.21 [REF SF3-3]

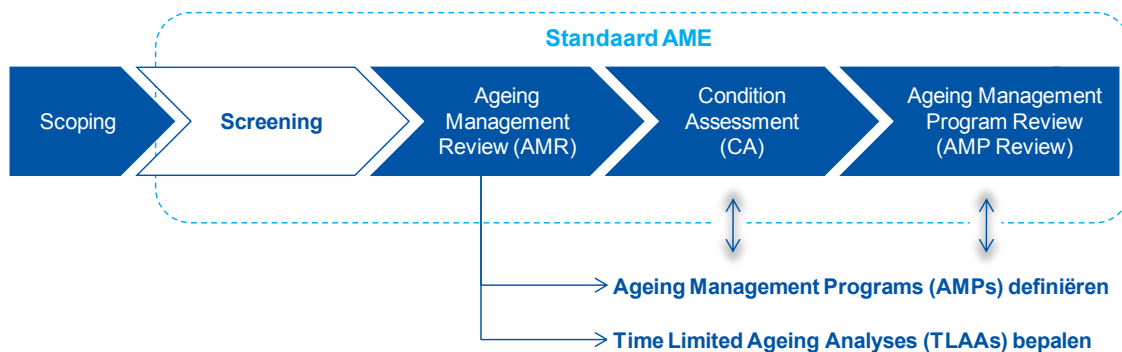
De U.S. NRC-definitie van de *scoping*-criteria is overgenomen. Deze zijn:

Criterium	Betekenis
1	Veiligheidsgerelateerde SSC
2	Niet-veiligheidsgerelateerde SSC, maar hun degradatie door veroudering kan impact hebben op veiligheidsgerelateerde SSC
3	SSC met specifieke functie

SSC die voldoen aan minstens één van de *scoping*-criteria worden beschouwd als in scope voor LTO *Ageing*. Aan alle SSC in scope van LTO *Ageing* is dus minstens één van deze criteria toegekend.

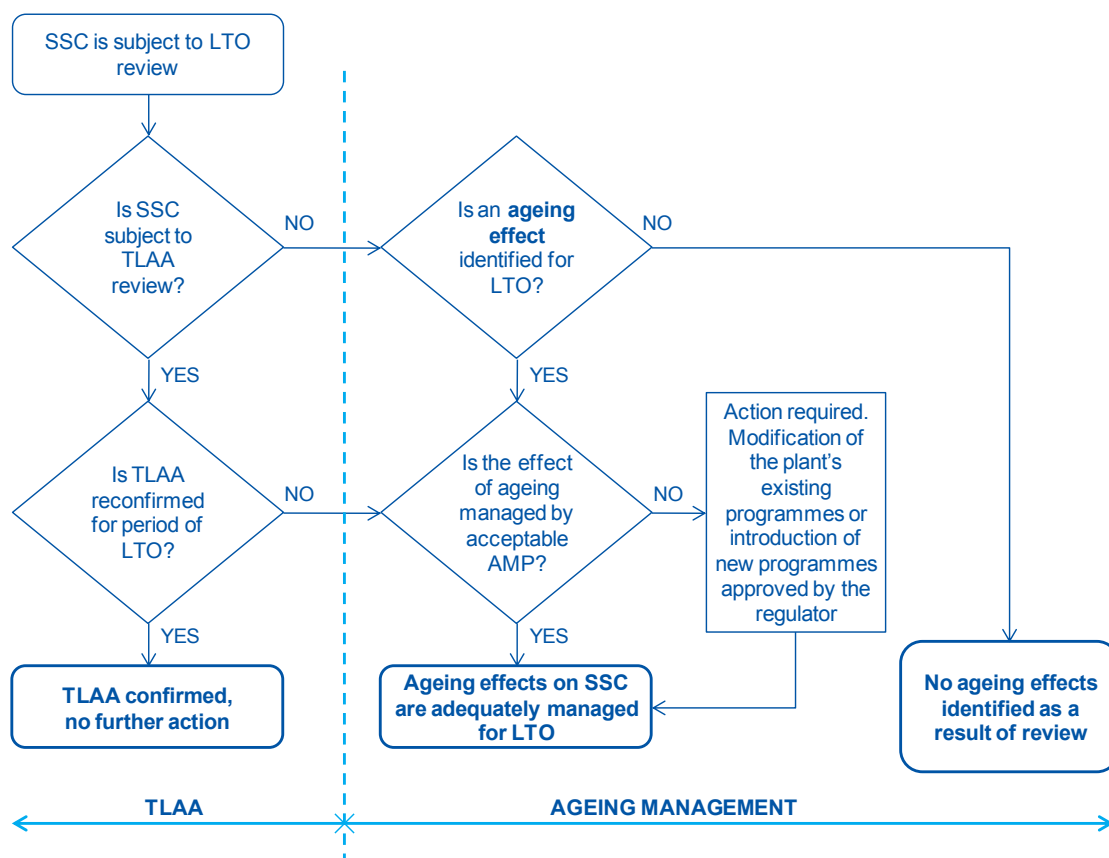
Fase 2: Screening

Na het *Scoping*-proces volgt het *Screening*-proces. In dat proces worden voor alle SSC, die binnen de scope van LTO *Ageing* vallen, de individuele componenten (bijvoorbeeld: bouten, behuizing) geïdentificeerd waarvoor een AMR nodig is.



Input van het IAEA voor Ageing Management Evaluation

Het IAEA vat de *Screening* en de daaropvolgende stappen als volgt samen:



Source: IAEA schematic about scoping for LTO evaluation

Figuur 3.3: IAEA-schema voor *screening* en de daaropvolgende stappen met het oog op LTO-evaluatie

Input van het U.S. NRC voor screening

De componenten, die onderworpen zijn aan een AMR, moeten voldoen aan de criteria vermeld in 10 CFR 54.21 (a)(1)(i) en (ii) [REF SF3-3]:

"(1) Identificeer en vermeld voor alle systemen, structuren en componenten die binnen de scope van dit deel vallen, zoals vermeld in § 54.4, die structuren en componenten die onderworpen zijn aan een ageing management review. De structuren en componenten onderworpen aan een ageing management review zijn die structuren en componenten:

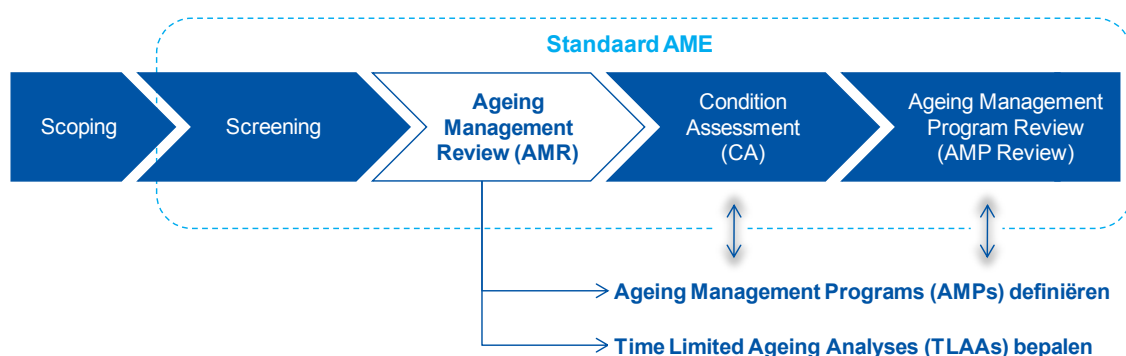
(i) die een beoogde functie, zoals beschreven in § 54.4, vervullen zonder bewegende onderdelen of zonder enige verandering aan de configuratie of eigenschappen. Deze structuren en componenten omvatten, maar zijn niet beperkt tot het reactorvat, het drukomhulsel van de primaire kring, de stoomgeneratoren, de drukregelaar, de leidingen, de pomplichamen, de klephuizen, de kernschacht, componentsteunen, drukomhulsels, warmtewisselaars, ventilatiekokers, containment, de containmentbekuiping, elektrische en mechanische penetraties, materieelpoorten, seismische categorie I-structuren, elektrische kabels en verbindingen, kabelgoten en elektrische kasten. De volgende zaken vallen hier niet onder (onvolledig): pompen (behalve de behuizing), kleppen (behalve het huis), motoren, dieselgeneratoren, luchtcompressors, dempers, de besturing van de regelstaven, de ventilatiedempers, drukoverbrengers, drukindicatoren, waterpeilindicatoren, schakelapparatuur, koelventilatoren, transistors, batterijen, vermogensschakelaars, relais, schakelaars, stroomomvormers, printplaten, batterijladers en materiaal voor energievoorziening; en

(ii) die niet onderworpen zijn aan vervanging op basis van een gekwalificeerde levensduur of een specifieke periode."

U.S. NRC 10 CFR 54.21 (a)(1)(i) en (ii) [REF SF3-3]

Fase 3: Ageing Management Review (AMR)

De AMR is de derde stap in het IPA-proces. Voor de individuele componenten die in de *screening*-fase zijn geïdentificeerd, worden de verouderingseffecten die erop van toepassing zijn, bepaald, rekening houdend met het materiaal en de omgeving van die componenten.



Screening en AMR identificeren de noodzaak voor:

- AMP's waarnaar verwezen wordt in NUREG-1801 [REF SF4-3] en de specifieke AMP's per NPP.
- Een analyse van de levensduurbependingen, de zogenaamde TLAA.

Input van het U.S. NRC voor AMR

In 10 CFR 54.21(a)(3) [REF SF3-3] wordt het volgende vermeld:

"(3) Toon voor elke structuur en elke component geïdentificeerd in paragraaf (a)(1) van dit deel aan dat de verouderingseffecten voldoende beheerd zullen worden zodat de beoogde functie(s) in overeenstemming blijven met de basis voor de huidige exploitatievergunning, voor de verlengde exploitatieperiode."

U.S. NRC 10 CFR 54.21(a)(3) [REF SF3-3]

U.S. NEI toelichting

Het Amerikaanse NEI stelt het volgende in zijn *Industry Guideline for Implementing the Requirements of 10 CFR part 54 – The License Renewal Rule* [REF SF3-2]:

"Het bewijs dat §54.21(a)(3) vereist, wordt gegeven door eerst te bepalen hoe de structuur, de component of de commodity group de beoogde functie(s) vervult. Vervolgens worden de te beheren verouderingseffecten geïdentificeerd. En tot slot worden de geldende programma's van de centrale geïdentificeerd, en wordt het vermogen om de verouderingseffecten te beheren, beoordeeld. De samengevoegde informatie wordt dan gebruikt om aan te tonen dat de verouderingseffecten of zullen worden beheerd door bestaande programma's, zodat de beoogde functie(s) van de structuur of de component aangehouden kunnen worden tijdens de verlengde exploitatieperiode, of dat er bijkomende activiteiten voor verouderingsbeheer noodzakelijk zijn."

NEI Industry Guideline for Implementing the Requirements of 10 CFR part 54 – The License Renewal Rule [REF SF3-2]

Parallel proces vanaf fase 3: AMP's definiëren

AMP's zijn specifieke maatregelen geïmplementeerd voor:

- Het verouderingsbeheer van een bepaald systeemtype (bijvoorbeeld koelwatersysteem met gesloten kring), structuurtype (bijvoorbeeld betonnen gebouw), componenttype (bijvoorbeeld elektriciteitskabels) of een hoofdcomponent (bijvoorbeeld reactor).
- Het beheer van een specifiek degradatiemechanisme (bijvoorbeeld erosie-corrosie).

Om efficiënt te zijn, moet elk AMP de volgende aspecten in evenwicht houden:

- Preventie van verouderingseffecten.
- Inperking van verouderingseffecten.
- *Condition monitoring.*
- *Performance monitoring.*

In diverse gevallen moet meer dan één soort programma voor verouderingsbeheer worden geïmplementeerd.

U.S. NEI input voor definitie van de AMP's

De evaluatie van een programma voor verouderingsbeheer is gebaseerd op de scope van de activiteiten, preventieve maatregelen, gecontroleerde of geïnspecteerde parameters, detectie van verouderingseffecten, monitoring en trending, acceptatiecriteria, correctieve maatregelen, bevestigingsprocessen, administratieve controles en praktijkervaring (NEI 95-10 [REF SF3-2]).

Rekening houdend met al deze elementen, wordt elk AMP opgesteld in overeenstemming met de specifieke methodologie voor LTO *Ageing*.

Parallel proces vanaf fase 3: Time-Limited Ageing Analysis (TLAA) bepalen

Zoals vermeld in U.S. NRC 10 CFR 54.21 (a)(1)(i) en (ii) [REF SF3-3]

Fase 3: Ageing Management Review (AMR), kan een TLAA een AMP vervangen of ondersteunen. Dit geldt vooral voor:

- Belangrijke componenten van het nucleair stoomproductiesysteem (NSSS).
- Belangrijke structurele en veiligheidscomponenten die geen deel uitmaken van het NSSS, en onderworpen zijn aan de effecten van veroudering, vermoeidheid, relaxatie en degradatie te wijten aan de omgevingsomstandigheden.

TLAA die zouden kunnen voldoen aan de bovenstaande criteria vermeld in 10 CFR 54.3 [REF SF3-3], worden op twee manieren geïdentificeerd:

- Door lijsten met eerder geïdentificeerde TLAA door te nemen en die TLAA te kiezen die algemeen van toepassing zijn op Doel 1&2 met het oog op verdere evaluatie. De TLAA die voor Doel 1&2 worden gerealiseerd, worden bepaald door consultatie van alle beschikbare informatiebronnen.
- Door in de huidige licentiebasis (CLB) van de eenheid op zoek te gaan naar berekeningen/analyses met een tijdselement. De CLB van Doel 1&2 (Veiligheidsrapport, punten uit de PSR, enzovoort) wordt gescreend met het oog op de identificatie van berekeningen/analyses met een tijdselement die eventueel niet werden geïdentificeerd volgens de andere methode.

Opmerking: Een TLAA kan een AMP vervangen of ondersteunen voor belangrijke niet-NSSS structurele en veiligheidscomponenten die niet tot het NSSS behoren en die onderworpen zijn aan de effecten van veroudering, vermoeidheid, relaxatie en degradatie door omgevingsomstandigheden. De omgevingskwalificatie van EI&C-systemen, structuren en componenten, wordt behandeld in de benadering op basis van het Syntheserapport van de Kwalificatie (RSQ).

U.S. NRC input

Zoals gespecificeerd in 10 CFR 54.3 [REF SF3-3], zijn TLAA de berekeningen en analyses in het kader van de uitbatingsvergunning met de volgende eigenschappen:

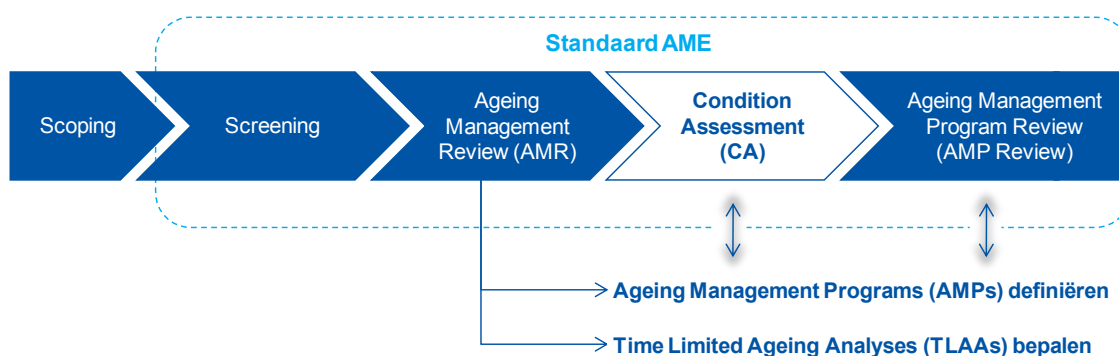
*"(1) systemen, structuren en componenten opnemen in de scope van de vergunningsverlenging, zoals vermeld in § 54.4(a);
 (2) rekening houden met de verouderingseffecten;
 (3) rekening houden met levensduurbeperkende veronderstellingen zoals bepaald door de actuele exploitatieperiode, bijvoorbeeld 40 jaar;
 (4) bepaald als relevant door de vergunningshouder bij het vastleggen van veiligheidsoverwegingen;
 (5) conclusies opnemen of de basis vormen voor conclusies met betrekking tot vermogen van het systeem, de structuur en de component om de beoogde functies te vervullen, zoals vermeld in § 54.4(b); en
 (6) opgenomen of geïntegreerd via verwijzing in de CLB."*

U.S. NRC 10 CFR 54.3 [REF SF3-3]

Fase 4: Condition Assessment (CA)

Het doel van de CA is het volgende:

- Evaluatie van de operationele en onderhoudshistoriek (bijvoorbeeld de historiek van herstellingen/vervangingen en wijzigingen).
- Evaluatie van de databanken met operationele ervaringsfeedback op de site.
- Identificatie en opsomming van de bestaande geplande activiteiten voor onderhoud, tests, inspecties, enz. die gerelateerd kunnen worden aan het beheer van de verouderingseffecten en waarmee rekening zal worden gehouden bij het definiëren van de programma's voor verouderingsbeheer.
- Herziening van de bestaande kennis van het operationeel en onderhoudspersoneel.
- Controle van de specifieke eigenschappen van de staat van SSC via, bijvoorbeeld, een bezoek aan een installatie, een analyse van ontwerpdocumenten of de planning van specifieke eenmalige inspecties op basis van een intelligente steekproef, in het kader van de implementatie van de programma's voor verouderingsbeheer.

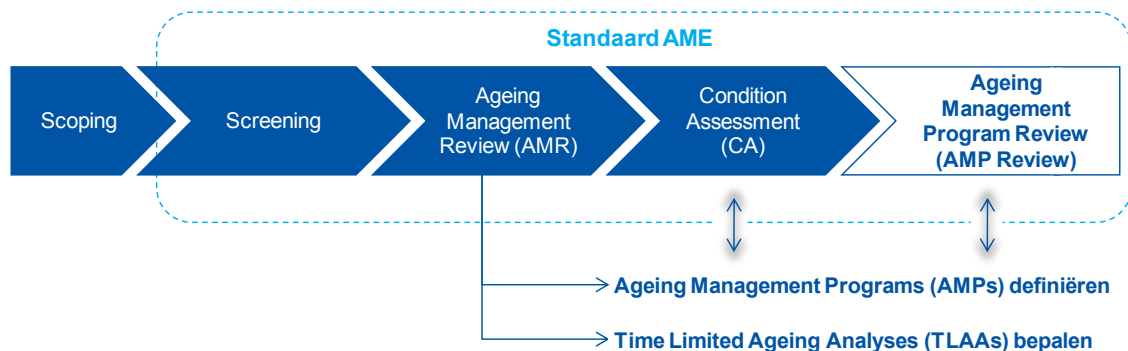


De CA kan het reeds verkregen beeld van de verouderingsmechanismen aanvullen of de behoefte verduidelijken wat betreft AMP's. Operationeel ervaringsbeheer is een essentieel onderdeel van de CA en de AMP-herziening, omdat het verouderingseffecten aan het licht kan brengen die nog niet eerder werden geïdentificeerd in de referenties gebruikt in het AMR-proces.

Indien van toepassing, kunnen alle nieuw geïdentificeerde verouderingseffecten worden geëxtrapoleerd naar alle systemen en structuren die binnen de LTO-scope vallen, ook als ze eerder al werden geëvalueerd.

Fase 5: Ageing Management Program (AMP) Review

Tijdens deze laatste stap worden de AMP's toegepast en gecontroleerd op basis van bestaande programma's en de resultaten van de CA, en dit voor alle SSC die binnen de LTO-scope vallen. Ook lopende programma's van de kerncentrales worden gecontroleerd en herzien. Indien nodig, worden nieuwe programma's gecreëerd.



Na evaluatie kan beslist worden een bepaalde uitrusting te vervangen:

- Telkens de beoordeling de potentiële achteruitgang van de uitrusting aan het licht brengt, of het feit dat ze haar beoogde functie niet kan vervullen tot het einde van de exploitatieperiode.
- Omdat de uitrusting aan het einde van haar gekwalificeerde levensduur is gekomen.
- Bij een andere reden waarvoor vervanging de optimale strategie is voor verouderingsbeheer in het kader van LTO.

Alle aangepaste en nieuwe activiteiten, alsook alle aanbevolen vervangingen worden voor alle SSC geregistreerd en gerapporteerd.

Opmerking: AMP's die in het kader van de *AMP review* voor een van de SSC zijn geselecteerd, kunnen ook nog eens worden geselecteerd in het kader van de *AMP review* voor andere SSC, en overeenkomstig worden aangepast. Een definitieve versie van een AMP kan pas gerealiseerd worden aan het eind van het volledige LTO *Ageing*-proces, nadat alle verkregen informatie is overwogen.

3.6.2.4 Toepassing van IPA in de verschillende processen van het verouderingsbeheer: overzicht

De structuur van het project LTO *Ageing* is gebaseerd op die van het IPA-proces, samen met enkele bijkomende, specifieke aanpassingen aan de standaard AME voor het Belgische project LTO *Ageing*.

Dit deel geeft een overzicht van de processen die Electrabel in het project LTO *Ageing* heeft toegepast.

Aanpassingen van de standaard AME voor specifieke toepassing

De standaard AME is in een aantal situaties gewijzigd. Enkele types SSC vragen een specifieke aanpak. Het IPA-basisproces (zoals gedefinieerd in 10 CFR 54.3 [REF SF3-3]) is vooral bedoeld voor passieve componenten. De actieve en passieve componenten worden opgenomen in het Belgische project LTO *Ageing*.

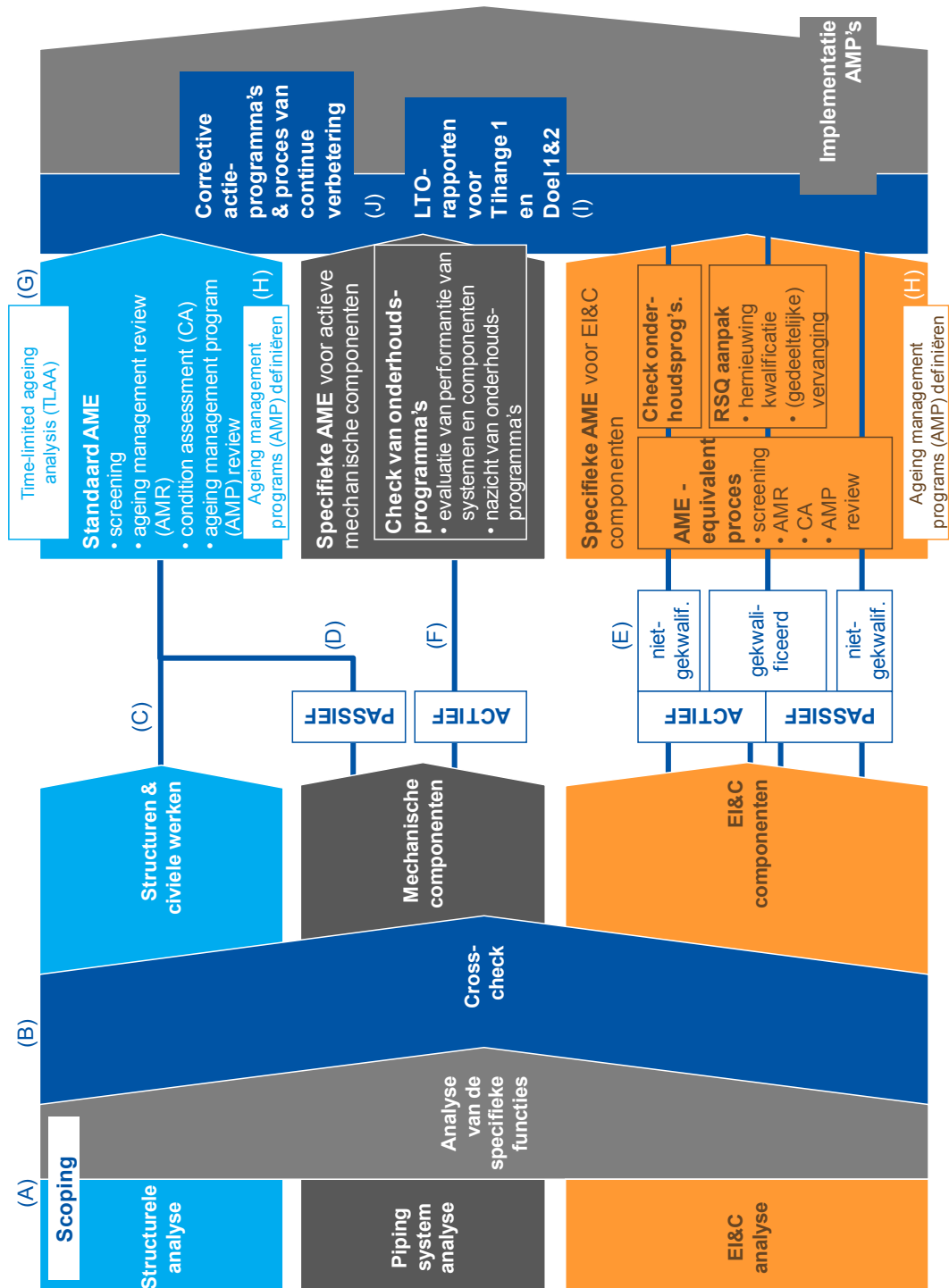
Er werd een specifieke aanpak voor actieve componenten toegevoegd. De gekwalificeerde en niet-gekwalificeerde EI&C-componenten worden afzonderlijk behandeld.

De volgende AME's zijn specifiek bedoeld voor het Belgische LTO-Project:

Specifieke AME	Beschrijving
EI&C-componenten	Standaard AME-proces aangepast voor EI&C-componenten die binnen de scope van LTO <i>Ageing</i> vallen. Voor gekwalificeerde EI&C-componenten, wordt het versterkt door het concept van RSQ te integreren in dit AME-proces.
Actieve componenten	Deze specifieke AME richt zich op lopende onderhoudsprogramma's en de evaluatie van die onderhoudsprogramma's. Toepassing van een RCM-methodologie is het sleutelement hiervoor.

Overzicht van het project LTO Ageing

Onderstaande figuur omvat het hele LTO Ageing-proces op basis van IPA, en alle bijkomende, specifieke aanpassingen. Sommige processen lopen parallel, afhankelijk van het type SSC en de typering ervan als actief of passief:



Figuur 3.4: Het globale project LTO Ageing

De Figuur 3.4 omvat diverse onderdelen die met een letter zijn aangeduid. Deze letters worden verderop in deze tekst gebruikt als labels om verschillende methodologieën makkelijker te kunnen identificeren. De volgende tabel geeft een overzicht:

Onderdeel	Beschrijving
A	<i>Scoping</i>
B	<i>Cross-checking</i> : controle van de coherentie in scope tussen de technische domeinen.
C	Standaard AME van structuren, in het bijzonder van civiele werken.
D	Standaard AME van passieve mechanische componenten.
E	Specifieke AME van actieve en passieve, gekwalificeerde en niet-gekwatificeerde EI&C-componenten.
F	Specifieke AME van actieve mechanische componenten.
G	TLLA voor mechanische componenten van structuren.
H	Definiëren van AMP's voor passieve mechanische en EI&C-componenten en structuren.
I	LTO-rapport.
J	Programma's met corrigerende acties en processen voor continue verbetering (bijvoorbeeld, de implementatie van AMP's) (dit is buiten de scope van de algemene aanpak in dit document).

Gedetailleerde procesbeschrijving

Hier wordt meer informatie gegeven over de structuur die gebruikt werd voor het project LTO *Ageing*, zoals weergegeven in de Figuur 3.4.

- Het *scoping*-proces (**A**) bestaat uit vier analyses. *Scoping* identificeert de SSC die binnen de LTO-scope vallen en somt ze op per domein:

- Mechanisch
- EI&C
- Structureel, inclusief civiele werken

Voor elke analyse wordt gebruik gemaakt van een specifieke *scoping*-methode. Een vierde analyse onderzoekt de impact van specifieke functies (bijvoorbeeld brandbeveiliging en SBO) op de drie bovenvermelde domeinen. Indien nodig, worden SSC toegevoegd aan de LTO-scope. De coherentie en de scope van de resultaten van deze analyses wordt tijdens de *cross-check* behandeld (**B**).

- Het *scoping*-proces wordt gevolgd door een AME, die afhankelijk is van het type van SSC. Ook de passieve en de actieve componenten worden verschillend behandeld.

- **(C, D)** Componenten van structuren en civiele werken, en passieve componenten van mechanische systemen worden onderworpen aan een standaard AME.
- **(E)** EI&C-componenten worden eerst gescreend om het juiste proces voor verouderingsbeheer te bepalen. Alle EI&C-componenten zijn onderworpen aan een AME-equivalent proces dat bestaat uit een AMR, een CA en een *AMP Review*.
- Voor gekwalificeerde EI&C-componenten voegen we de voorwaarden uit de RSQ-aanpak toe om de strategie te kunnen bepalen. De RSQ-aanpak bestaat uit een kwalificatieverlenging en/of de gedeeltelijke of volledige vervanging van de componenten.
- **(E, F)** Actieve mechanische, en actieve en passieve EI&C-componenten worden onderworpen aan een specifieke AME op basis van een controle van onderhoudsprogramma's.
- **(G)** Mechanische componenten en componenten van structuren en civiele werken kunnen een TLAA ondergaan.
- **(H)** Er worden AMP's ontwikkeld voor passieve mechanische componenten, EI&C-componenten, en structuren, om de AME te ondersteunen.
- In het LTO-Rapport **(I)** worden de resultaten van het LTO *Ageing*-proces gebundeld en op een gestructureerde manier voorgesteld, inclusief de lopende programma's, de actieplannen en de corrigerende maatregelen **(J)** die na het LTO *Ageing*-proces in elke kerncentrale moeten worden getroffen.

De voorgestelde maatregelen worden geïntegreerd in on-site corrigerende acties en programma's voor continue verbetering. Dit geldt voor beheersmatige, organisatorische en technische aspecten.

3.6.2.5 Specifieke AME voor actieve componenten: controle van onderhoudsprogramma's

Specifiek voor de actieve componenten vereist de strategische nota van het FANC [REF ALG-11] het volgende:

*"... De toestand van andere systemen, structuren en componenten (= niet-duurzame, herstelbare, vervangbare en actieve) kunnen door een correct onderhoud, reparatie of vervanging worden verzekerd....
... Het resultaat van deze aanpak is een globaal en systematisch programma voor de monitoring en het beheer van de veroudering van de (actieve en passieve) systemen, structuren en componenten van de betrokken kerncentrales. Dit programma zal op continue basis geïmplementeerd dienen te worden en zal tijdens de verdere uitbating van de kerncentrale regelmatig geëvalueerd worden (in het kader van een eventuele vijfde periodieke veiligheidsherziening). ..."*

Strategienota FANC-Bel V LTO [REF ALG-11]

De huidige onderhoudsprogramma's voor centrales die van toepassing zijn op actieve componenten (onderdelen E en F) binnen de LTO-scope, worden herzien om hun doeltreffendheid te evalueren.

Als de doeltreffendheid van een onderhoudsprogramma niet is geëvalueerd of als onbevredigend is beoordeeld, moet(en) de betrokken component(en) worden onderworpen aan een RCM-analyse.

Een RCM-analyse werd uitgevoerd met als doel de betrouwbaarheid van de functies van de systemen en componenten te optimaliseren, wat belangrijk is voor zowel de veiligheid als de elektriciteitsproductie.

De uitvoering van de RCM-analyse is afgestemd op de vraag om actieve componenten mee op te nemen in de LTO-scope. De doelstelling van RCM wordt bereikt door:

- Bepaling van de belangrijkste faalmodi voor elk uitrustingstype.
- Kriticiteitsanalyse en –evaluatie (gradatie van ernst en frequentie van het risico op falen) van de faalmogelijkheden van actieve componenten op bepaalde locaties.
- Identificatie van niet-kritische uitrustingen die niet preventief vervangen dienen te worden.
- Controle van preventieve onderhoudsprogramma's en van bewakings- en inspectieprogramma's voor wat betreft hun vermogen om kritiek functioneel falen te voorkomen.
- Verbetering van de taak- en frequentiebepaling van periodieke activiteiten.
- Onderzoek naar de haalbaarheid van bijkomende technieken om de toestand van de uitrusting te monitoren.

De specifieke AME omvat:

- *Scoping*:
 - Oplijsten van de actieve mechanische componenten en actieve EI&C-componenttypes die binnen de scope van LTO *Ageing* vallen.
 - Scoping binnen LTO *Ageing* en de RCM-scoping vergelijken.
- Oplijsten van de huidige programma's van de centrale en van operationele ervaring.
- Onderhoudsprogramma's controleren en evalueren:
 - Definitie van de overheersende faalmodi.
 - Kriticiteitsanalyse.
 - Selectie van de onderhoudstaken.
 - Optimalisatie van de onderhoudsprogramma's.
- Programma's bevestigen of actieplan voor optimalisatie identificeren.
- Rapporteren.

De gevalideerde en gerapporteerde aanbevelingen uit de controle van de onderhoudsprogramma's voor de centrale, zijn opgenomen in het LTO-Rapport. Bijkomende en/of aangepaste activiteiten met betrekking tot de programma's van de centrale worden geïmplementeerd.

De programma's worden onderworpen aan het proces voor continue verbetering (lopend programma). De doeltreffendheid van de lopende onderhoudsprogramma's wordt opgevolgd en geëvalueerd op basis van aangepaste indicatoren of andere rapporten die te maken hebben met de prestaties van de systemen en de componenten.

3.6.2.6 Specifieke AME voor gekwalificeerde EI&C-componenten: RSQ-aanpak

De gekwalificeerde EI&C-componenten in de meest recente Belgische kerncentrales worden opgevolgd via RSQ dat wordt opgesteld voor elke geselecteerde *commodity group*. Dit RSQ:

- Beschrijft de kwalificatievereisten, de resultaten van de tests, en de prestaties van de uitrusting tijdens deze tests.
- Besluit of een component (componenttype) al dan niet gekwalificeerd is volgens klasse 1E, zoals gedefinieerd in IEEE 323-74 [REF ALG-21] (ondersteund door RG 1.89 [REF ALG-22]).
- Vormt de basis voor het onderhoudsprogramma.

IEEE 323-74 [REF ALG-21] was nog niet beschikbaar toen Doel 1&2 in de ontwerpfase zaten. Tijdens de eerste en tweede TJH van deze units heeft Electrabel de uitrusting gelinkt aan de bestaande RSQ die gepubliceerd zijn voor de meest recente Belgische kerncentrales. Dit gebeurde telkens als een bestaand RSQ toeliet om dezelfde 1E-uitrusting (en sommige andere) in Doel 1&2 op te nemen zoals in de vier meer recent gebouwde Belgische units.

De methodologie voor een gekwalificeerde uitrusting is een scope-uitbreiding van het proces uit de vorige TJH, zodat alle 1E-uitrustingen opgenomen worden in een RSQ. Dit zou kunnen leiden tot de vervanging van sommige uitrustingen geïnstalleerd op 1E-functies waarvoor geen link met een RSQ kon worden gevonden.

3.6.2.7 Interactie met andere methodes, projecten of domeinen

Interactie met het luik LTO Design

De analyse en de activiteiten van LTO *Ageing* beïnvloeden LTO Design, maar ze ondersteunen het ook. Dat geldt vooral voor de thema's brandbeveiliging, SBO en veiligheidsclassificatie.

Interactie met TJH

De volgende veiligheidsfactoren (SF) worden behandeld tijdens de vierde TJH, en hebben een nauwe link met het project LTO *Ageing*:

Veiligheidsfactor	Beschrijving
<i>SF1 – Plant Design</i>	De lijst van SSC zal gebaseerd zijn op het resultaat van LTO <i>Ageing</i> .
<i>SF2 - Actual Condition of Systems, Structures and Components</i>	De CA van de SSC gerealiseerd in LTO <i>Ageing</i> zou gebruikt kunnen worden.
<i>SF3 – Equipment Qualification</i>	De resultaten van de aanpak voor EI&C-componenten in LTO <i>Ageing</i> zouden gebruikt kunnen worden.
<i>SF4 – Ageing</i>	De resultaten van LTO <i>Ageing</i> zouden gebruikt kunnen worden.

Interactie met ageing management (volledige installatie, niet-LTO-scope inbegrepen)

De voor veroudering toegepaste methodologie startte vóór het LTO-Project. Ze volgt de aanbevelingen van de *IAEA Safety Guide NS-G.2.12* [REF ALG-20].

3.6.3 Evaluatie van het ontwerp

De strategische nota van het FANC somt de vereisten op voor de evaluatie van het ontwerp in het kader van LTO:

"Voor kerncentrales is de periodieke veiligheidsherziening de gepaste gelegenheid om zich de vraag te stellen of het toenmalige ontwerp, met de verbeteringen die in de loop van de jaren zijn ingevoerd, nog voldoet aan het veiligheidsniveau dat vandaag de dag gevraagd wordt door de maatschappij. Is het met andere woorden noodzakelijk om verbeteringen aan de veiligheid van het ontwerp aan te brengen?

De exploitant dient een methodologie te ontwikkelen om die domeinen te identificeren waar verbeteringen aan de veiligheid van het ontwerp van de betrokken units noodzakelijk en/of mogelijk zijn. Dit kan gebeuren aan de hand van een vergelijkingsoefening van het ontwerp van de betrokken units met de meest recente Belgische kerncentrales. In parallel kan ook een evaluatie gebeuren hoe de betrokken units zich situeren ten opzichte van de internationale evolutie in het ontwerp en de technologie van PWR-reactoren. Hierbij wordt de vraag gesteld in hoeverre de conceptuele verbeteringen van recente PWR-units toegepast kunnen worden op de betrokken units.

De methodologie wordt door de veiligheidsautoriteit geverifieerd door onder andere na te gaan of gekende veiligheidsbekkommernissen inzake het ontwerp van de betrokken units (ervaring uit uitbating, voorafgaande tienjaarlijkse herzieningen,...) door deze methodologie correct geïdentificeerd werden. Het is echter niet de taak van het FANC of Bel V om voor die op deze manier geïdentificeerde domeinen en veiligheidsbekkommernissen specifieke oplossingen te definiëren. Dit blijft de taak en de verantwoordelijkheid van de exploitant.

De exploitant wordt gevraagd om een voorstel te doen tot technische verbetering van de installaties van Doel 1/2 en Tihange 1 om het niveau van de meest recente kerncentrales te benaderen. Eventuele compenserende maatregelen kunnen voorgesteld worden indien een technologische oplossing niet of slechts gedeeltelijk haalbaar zou zijn.

Zowel deterministische als probabilistische benaderingen kunnen gebruikt worden om de toegevoegde waarde van de mogelijke ontwerpverbeteringen aan te tonen.

De exploitant maakt dus op basis van zijn analyse een voorstel van ontwerpverbeteringen over aan FANC en Bel V. Na overleg tussen Bel V en de exploitant wordt hieruit een lijst van ontwerpverbeteringen vastgelegd, samen met een duidelijk plan voor de implementatie voor deze ontwerpverbeteringen. Deze lijst wordt ter goedkeuring voorgelegd aan Bel V en het FANC. Het finaal resultaat van dit overleg is een 'Agreed Design Upgrade' (ADU) die vastgelegd wordt en volgens de vastgelegde planning geïmplementeerd."

Electrabel heeft op basis van de strategische nota van het FANC inzake LTO een methodologie uitgewerkt voor de LTO ADU (zie 6.1.4 'Werkwijze') die steunt op zes pijlers:

- 1 Documentatie van de ontwerpbasis
- 2 Regulation Watch
- 3 *Western European Nuclear Regulators' Association* (WENRA) referentieniveaus
- 4 Benchmarks
- 5 *PSR look-back*
- 6 *Operational experience feedback*

De analyse van deze zes pijlers heeft geleid tot een *Agreed Design Upgrade* (ADU), goedgekeurd door het FANC en Bel V. Tijdens de studiefase voor de evaluatie van het ontwerp is Electrabel geconfronteerd met de kernramp in Fukushima (maart 2011). De acties die voortkomen uit de Weerstandstesten (BEST) voor de site in Doel en die aanleiding geven tot ontwerpwijzigingen bij Doel 1&2, zijn geïntegreerd in de ADU.

De ontwerpverbeteringen van de ADU zijn verdeeld over acht thema's, volgens de veiligheidspunten waaraan tegemoet gekomen wordt:

- *Back-up Safety*: de verbeteringen bij de systemen die als back-up dienst kunnen doen voor de eerste-niveauveiligheidssystemen. Voor Doel 1&2 gaat het onder meer over de noodsystemen die tot het GNS behoren.
- *Earthquake*: de veiligheidspunten die verband houden met aardbeving en de mogelijke gevolgen ervan.
- *Fire*: de veiligheidspunten die verband houden met brandpreventie en brandbestrijding.
- *Flooding*: de veiligheidspunten die verband houden met overstroming van interne of externe oorsprong.
- *Physical Separation*: de veiligheidspunten die verband houden met de fysieke scheiding tussen redundante veiligheidsuitrustingen of ten opzichte van niet-veiligheidsgebonden uitrustingen.
- *Qualification*: de veiligheidspunten die verband houden met de kwalificatie van de mechanische en elektrische veiligheidsuitrustingen.
- *Severe accident*: de verbeteringen voor het beheer van een zwaar ongeval met kernbeschadiging.
- *System*: de ontwerpverbeteringen van specifieke veiligheidssystemen, met de bedoeling om deze systemen betrouwbaarder en conform de geëvolueerde regelgeving te maken.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de voorziene ontwerpverbeteringen in de ADU: 31 ontwerpverbeteringen zijn afkomstig uit LTO Design, 7 ontwerpverbeteringen zijn afkomstig uit het BEST-project.

Thema	Verbetering	ADU ref.
Back-up Safety	Automatisering voorzien in gebouw GNS zodat stoomgeneratoren, indien nodig, automatisch bijgevuld worden met EF-pompen.	ADU-D12/01
	In gebouw GNS twee RJ-pompen per eenheid voorzien in plaats van één.	ADU-D12/02
	Van AFW-turbopompen ook GNS-tuigen maken, bestand tegen aardbeving, voorzien van seismische watertoevoer en rechtstreeks bedienbaar vanuit de GNS-controlezaal.	ADU-D12/03
	GNS-concept in VR-D12 actualiseren in verband met afkoeling met EC-kring en Technische Specificaties aanscherpen naar beschikbaarheid van SG en GNS-tuigen tijdens koude stilstand.	ADU-D12/04
	Alternatieve voeding (380 V) van veiligheidsgebonden componenten (compressoren, afsluiters, enz.) in verschillende gebouwen met nucleaire veiligheidssystemen, gebruikmakend van aangepaste schuiven en kabels.	ADU-D12/05
	Alternatieve voeding (380 V) van de gelijkrichters in verschillende gebouwen met nucleaire veiligheidssystemen, gebruikmakend van aangepaste schuiven en kabels.	ADU-D12/06
	Afsluiters voorzien op de SP-sproeileidingen om met de SP-pompen naar de SC-kring te kunnen blijven injecteren als de RC-druk hoog wordt.	ADU-D12/07
	Alternatieve bijvulmogelijkheden van splijtstofdokken (PL), met (indien nodig) bijkomende aansluitpunten.	ADU-D12/08
Earthquake	Nieuw, seismisch FE-pompstation bouwen met grotere FE-pompen en grotere FE-tank alsook betere scheiding voorzien tussen seismisch en niet-seismisch deel van FE-kring.	ADU-D12/09
	Seismisch maken van de RWST' van Doel 1&2 teneinde de robuustheid van de installaties nog te verhogen.	ADU-D12/10
Fire	Hydraulisch gestuurde MS-afblaaskleppen in gebouw BAR vervangen door pneumatisch gestuurde.	ADU-D12/11
	Automatische brandblussing in machinezaal (MAZ) verbeteren – Scheidingsmuurtjes bijvoegen in kelder van MAZ – Blussystemen herschikken en uitbreiden – Dit vergt nieuw FE-pompstation – Zie	ADU-D12/12

Thema	Verbetering	ADU ref.
	<i>Earthquake.</i>	
Flooding	Resterende leidingen in kunststof in RW-kelder vervangen door inox-leidingen.	ADU-D12/13
	LWF-afsluiters aan <i>containment</i> -penetratie verdubbelen.	ADU-D12/14
	Grote isolatie-afsluiters tussen SC-treinen motoriseren.	ADU-D12/15
	LWA-kring zo herconfigureren dat er geen water meer afgeleid wordt naar de SC-kelder.	ADU-D12/16
	Geklasseerde pompen voorzien om recirculatielekken in waterdichte kamers langs de LWF-kring terug te pompen naar het RGB.	ADU-D12/17
	Perimetrische bescherming tegen wateroverlast in de betrokken nucleaire veiligheidsgebouwen voorzien.	ADU-D12/18
Physical Separation	6 kV-voedingskabels van GNS in gebouw GEH fysiek beter scheiden.	ADU-D12/19
	6 kV-voedingskabels van SC-pompen in gebouw GNH beter fysiek scheiden.	ADU-D12/20
	Brandbarrières en auto-brandblussing in gebouw GNH verbeteren, zodat tweede-niveauekabels bij brand adequater beschermd zijn ter hoogte van eerste-niveauekabels.	ADU-D12/21
	Auto-brandblussing in tussenruimte (TUR) verbeteren, zodat tweede-niveauekabels bij brand adequater beschermd zijn ter hoogte van eerste-niveauekabels.	ADU-D12/22
	Brandbarrières en auto-brandblussing in het RGB verbeteren, zodat tweede-niveauekabels bij brand adequater beschermd zijn ter hoogte van eerste-niveauekabels.	ADU-D12/23
	Auto-brandblussing bijvoegen in gebouw BAR, zodat tweede-niveauekabels bij brand adequater beschermd zijn ter hoogte van eerste-niveauekabels.	ADU-D12/24
Qualification	Bijkomende stroomonderbrekers voorzien op 110 V-kringen en 60 V-kringen.	ADU-D12/25
Severe Accident	<i>Filtered Containment Vent</i> of FCV in Tussenruimte (TUR) plaatsen.	ADU-D12/26
	Voorstudie uitvoeren naar haalbaarheid en optimale technologie wat betreft de installatie van een FCV op alle eenheden (reeds	ADU-D12/27

Thema	Verbetering	ADU ref.
	lopende in het kader van het project LTO voor Doel 1&2 en Tihange 1).	
System	Pneumatische DW-afsluiters met EI-voeding voorzien in parallel met MW-afsluiters voor bijvulling van CC-lussen.	ADU-D12/28
	Openingsvoorwaarde 'Min 2 van de 4 CC-pompen in dienst' bijvoegen in bedieningskringen van CC-bypass-afsluiters.	ADU-D12/29
	Nieuwe, onderdompelbare pompen op de watervang plaatsen om RW-koeltorens bij te vullen met Scheldewater.	ADU-D12/30
	Nieuwe, geklasseerde leidingen voorzien om de RW-koeltorens bij te vullen met Scheldewater.	ADU-D12/31
	Standpipe in de TW-tank voorzien en de overloop van de RW-koeltorens zo aanpassen dat parasitair TW-verbruik voorkomen wordt.	ADU-D12/32
	Afsluiters 1/2SC1 op aanzuiging van SC-kring vanuit RC-kring verdubbelen.	ADU-D12/33
	Gerichte verbeteringen uitvoeren om de ControleZaal (KZ) beter lekdicht te maken.	ADU-D12/34
	Extra peilalarmen voorzien op RWST (reservoirs R11).	ADU-D12/35
	Afsluiters 1/2SI64 op aanzuiging van SC-pompen uit RWST open en uitgereden uitbaten.	ADU-D12/36
	Isolatiekleppen verdubbelen op 3 duimse buis, waarlangs uit tussenruimte (TUR) afgezogen wordt.	ADU-D12/37
	Procedures voor scram-testen aanscherpen (formele prejob briefing) en jaarlijkse testen voorzien op sturing van partiële scram breakers.	ADU-D12/38

3.6.4 Competenties, kennis en gedrag

3.6.4.1 Doelstelling

In deel 5 van de strategische nota van het FANC inzake LTO [REF ALG-11] worden de volgende vereisten gesteld voor LTO:

*"In het kader van de nieuwe uitbatingsperiode van een centrale (na 40 jaar of na afloop van een normale periodieke veiligheidsherziening) dient steeds een antwoord gegeven te worden op de vraag of de centrale nog altijd beschikt over een voldoende niveau van veiligheid, of meer precies over een niveau van veiligheid dat vandaag voldoende geacht wordt.
Deze vraag moet beantwoord worden rekening houdende met de*

- (...)*
- "organisatie": personeel, organisatie, procedures*

*Er wordt aan de exploitant gevraagd zijn visie op een verdere exploitatie na 40 jaar en op de gepaard gaande veiligheidsinvesteringen te ontwikkelen en te verrechtvaardigen.
Hierbij moeten onder meer de volgende aspecten in beschouwing worden genomen:*

- (...)*
- De menselijke en organisatorische factoren, met onder meer het competentiebeheer, opleiding en overdracht van kennis en ervaring."*

Strategienota FANC-Bel V LTO [REF ALG-11]

3.6.4.2 Scope

Competenties, kennis en gedrag bestaat uit de volgende **evaluatiedomijnen**:

- Nucleaire veiligheidscultuur en ondersteunend gedrag en waarden.
- Competentiemanagement, meer specifiek training en kwalificatie van personeel.
- Kennismanagement, meer specifiek management en behoud van kennis over de ontwerpbasis.

Binnen elk domein worden specifiek de organisationele aspecten op het vlak van personeel en procedures behandeld.

3.6.4.3 Specifieke informatiebronnen

Volgende IAEA-documenten werden gebruikt als referenties voor de evaluatie:

- *IAEA OSART Guidelines Services Series No 12, Edition 2005.*
- *Knowledge Management for Nuclear Industry Operating Organizations (IAEA, IAEA-TECDOC-1510, October 2006).*
- *IAEA, the nuclear power industry's ageing workforce; transfer of knowledge to the next generation, IAEA-TECDOC-1399, 2004.*
- *Risk Management of Knowledge Loss in Nuclear Industry Organizations (IAEA, STI/PUB/1248, 2006).*
- *IAEA, Managing Nuclear Knowledge: Strategies and Human Resource Development, Summary of an International Conference, Vienna 2004.*

De resultaten van de OSART- en WANO-audits (vooral op het vlak van menselijke prestaties, training en zelfevaluatie) werden gebruikt in deze LTO-evaluatie. De OSART-audits voor Doel 1&2 (2010) zijn publiek en beschikbaar op de website van het FANC. Verder werden de acties die naar aanleiding van de LTO-voorbereiding (met voorbereidingen (pre-)SALTO-audit) van Tihange 1 ondernomen werden, gebruikt om de acties binnen het LTO-plan voor Doel 1&2 vorm te geven.

3.6.4.4 Processen

ENGIE Electrabel heeft de menselijke en organisatorische factoren onderzocht, die een invloed kunnen hebben op de veilige uitbating van Doel 1&2 tijdens de periode van LTO. Eind 2011 werd hiervoor het detailrapport "Boekdeel Kennisbeheer, Competentieontwikkeling, en houding en gedrag" opgesteld. In dit rapport werden drie domeinen geëvalueerd:

- Nucleaire veiligheidscultuur.
- Beheer en ontwikkeling van competenties.
- Kennisbeheer van de ontwerpbasis.

Enkel het behoud van kennis betreffende de ontwerpbasis werd als verbeterpunt geïdentificeerd.

Hiervoor werd een actieplan bepaald en geïmplementeerd, onder meer op basis van de acties ter voorbereiding van LTO Tihange 1. Dit actieplan bestaat uit maatregelen in drie domeinen:

- Definieren van de verschillende nodige niveaus van ontwerp-kennis in de organisatie.
- Identificeren van de rollen met ontwerp-kennis-vereisten en opzetten van systematieken om het beheer van deze ontwerp-kennis voor deze verschillende rollen mogelijk te maken (van individueel lokaal niveau tot *key expert*-niveau binnen de ENGIE Groep).
- Het identificeren van de *gap* rond ontwerp-kennis ten opzichte van het vereiste niveau bij de betrokken medewerkers en een opleidingsplan uitwerken om deze *gap* te dichten.

Dit actieplan is in uitvoering.

3.6.4.5 Interactie met andere methodes, projecten of domeinen

Competentie, kennis en gedrag zijn gebruikelijke thema's tijdens periodieke veiligheidsherzieningen (PSR). Ze zijn gedeeltelijk opgenomen in SF10 *Organization and Administration*, en in SF12 *The Human Factor*. Ze komen ook prominent naar voren in het LTO-Project.

3.6.5 SALTO-audit

In het kader van LTO van Doel 1&2 tot 2025 heeft het FANC aan het IAEA gevraagd een Expertmissie en een SALTO-audit te organiseren. De Expertmissie is voorzien tussen 1 en 9 februari 2016, de SALTO-audit tussen 14 en 23 februari 2017.

Verwachtingen FANC omtrent SALTO-missie Doel 1&2

Het FANC verwacht van de SALTO-missie het volgende:

- Een externe evaluatie om te bevestigen dat de LTO-methodologie correct uitgevoerd werd voor Doel 1&2 (conform de IAEA-standaarden).
- Een evaluatie van het LTO-actieplan voor Doel in vergelijking met de IAEA-standaarden (geplande, gestarte en uitgevoerde acties, beschikbare LTO-staffing en resources).

Om de verbeteringsmogelijkheden te identificeren, verwacht het FANC dat de exploitant de *lessons learned* van de SALTO-missie in de AMP's van Doel 1&2 zal implementeren. Het FANC zal de implementatie van de SALTO-verbeteringsmogelijkheden door de exploitant nauwgezet opvolgen.

3.6.6 Geïntegreerd LTO-Actieplan

Volledig conform de beleidsnota van het FANC [REF ALG-23] van september 2014, werden de acties in het Geïntegreerd Actieplan opgedeeld in twee groepen: de 'prioritaire acties' of acties die vóór de doorstart moeten worden uitgevoerd, en de acties die binnen de drie jaar en uitzonderlijk binnen de vijf jaar na de doorstart worden uitgevoerd.

Het aspect 'geïntegreerd' duidt erop dat verschillende actieplannen worden samengevoegd:

- Het in 2012 goedgekeurde LTO_actieplan Long Term Operation (versie 2.0) Doel 1 en Doel 2 met zijn vier basishoofdstukken:
 - Basisvoorwaarden
 - Verouderingsbeheer
 - Evaluatie van het ontwerp
 - Beheer van competenties, kennis en gedrag
- De evaluatie van het BEST-actieplan (Weerstandstesten) in functie van LTO in plaats van de Definitieve Stopzetting (DSZ).
- De acties voortvloeiend uit de TJH in functie van de LTO in plaats van DSZ.
- De acties die voortvloeien uit de ervaring opgedaan in de periode 2012 tot 2015, bijvoorbeeld de ultrasone inspectie van de reactorkuipen (zoals in Doel 3 en Tihange 2).
- De evaluatie van alle voorziene, geplande en/of gerealiseerde acties sinds de stop van het LTO-project in 2012.

3.6.6.1 Timing

Alle prioritaire acties zijn inmiddels voltooid. De niet-prioritaire acties staan gepland zoals voorzien, met een vaste timing. Op basis van de huidige inzichten zijn er twee grote revisies gepland, in 2018 en 2019. Aangezien Doel 1&2 een tweelingcentrale is, worden ze samen in koude stilstand gebracht waardoor ze gedurende enkele maanden niet beschikbaar zullen

zijn. Sommige acties kunnen al tijdens de revisies van 2016 en 2017 uitgevoerd worden, voor zover de randvoorwaarden dat toelaten.

3.6.6.2 Randvoorwaarden

De op elk moment te respecteren algemene randvoorwaarden tijdens de implementatie van het Geïntegreerd Actieplan zijn:

- Blijven garanderen van de nucleaire veiligheid.
- Conform zijn met het Veiligheidsrapport Doel 1&2.
- Vermijden van het risico op *common mode*-faling bij veiligheidsuitrustingen.
- Beheersen van de technische complexiteit en de bijbehorende risico's.

Voor de realisatiedata is het van belang om een evenwicht te vinden tussen de algemene randvoorwaarden en de vele praktische elementen die erop inwerken. Specifieke randvoorwaarden zijn:

- Garanderen van de klassieke veiligheid bij projecten van deze omvang en toepassen van het ALARA-principe voor de dosissen.
- In rekening brengen van nieuwe inzichten door opgedane ervaring bij LTO Tihange 1 of andere projecten en door resultaten van uitgevoerde inspecties.
- Beheersen van de toestand die in de centrale gecreëerd moet worden om een vervanging of inspectie toe te laten, onder meer door de gemeenschappelijke veiligheidssystemen van Doel 1&2.
- Beheersen van de grote parallelliteit in uitvoering van acties (vermijden van pieken) en de vele interferenties en technische interfaces tussen acties.
- In rekening brengen van levertermijnen, de tijd nodig voor de kwalificatie van nieuwe leveranciers en nieuwe componenten waar toepasselijk.
- Beheersen van de kwaliteit van de uitvoering van de acties wat op zich ook weer een gevolg is van hoe een actie aangepakt wordt en hoe kwalitatief de studie- en voorbereidingsfase, uitvoeringsfase en testfase zijn.
- Beheersen van de beschikbaarheid van het totale productiepark en de inpassing van de revisies Doel 1&2 hierin.
- Rekening houden met onverwachte of onvoorziene omstandigheden van allerlei aard.

Gaandeweg neemt het inzicht over één of meerdere van de hierboven opgesomde elementen toe, en onvermijdelijk zal dit gedurende de hele looptijd van het project aanleiding geven tot alternatieve oplossingen en aangepaste realisatiedata. Via periodiek overleg met het FANC, Bel V en de dienst voor Fysische Controle zal Electrabel de stand van zaken en de bijstellingen aan het project rapporteren.

3.6.6.3 Planning

Ook de bestaande processen op het vlak van project- en wijzigingsbeheer van KCD worden gevolgd. Binnen deze processen zijn de interfaces met de dienst voor Fysische Controle en de veiligheidsoverheid duidelijk gedefinieerd. Qua nucleaire veiligheid is dit een blijvende garantie voor een correcte controle en afmelding van acties binnen het LTO-project.

4 Doelstellingen

4.1	Tienjaarlijkse Herziening (TJH) in de uitbatingsvergunning	65
4.2	Doelstellingen van de Tienjaarlijkse Herziening (TJH)	66
4.3	Nieuwe methodologie met veiligheidsfactoren	68

4 Doelstellingen

4.1 Tienjaarlijkse Herziening (TJH) in de uitbatingsvergunning

Bij elke Belgische kerncentrale hoort een uitbatingsvergunning. Deze vergunningen zijn onbeperkt geldig in de tijd. Minstens om de tien jaar en onder het toezicht van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) organiseert Electrabel een grondige evaluatie van de toestand en de veiligheid van alle installaties. Dit zijn de zogenoemde periodieke veiligheidsherzieningen, ook Tienjaarlijkse Herziening (TJH) of Periodic Safety Review (PSR) genoemd [REF ALG-7]. De vergunning bepaalt ook dat de periode van tien jaar begint na de keuring voor ontvangst, vanaf de eerste ingebruikname op vol vermogen. Voor de kerncentrales Doel 1&2 is die datum vastgelegd op 30 april 1975, zoals gestipuleerd in het Koninklijk Besluit (KB) van 25 januari 1974, nr. S. 3.497 (artikel 12) en het KB van 7 mei 1987, nr. S. 3.497/L (artikel 9).

Op 31 januari 2003 keurt de federale regering de wet op de kernuitstap goed. Deze wet legt de kalender vast om het gebruik van kernenergie voor industriële elektriciteitsproductie geleidelijk af te bouwen. Nog volgens de wet moet de productie van de bestaande reactoren, met tot dan een onbeperkte levensduur, buiten werking gesteld worden na 40 jaar activiteit. Voor Doel 1&2 betekent dit de facto de definitieve stopzetting op respectievelijk 15 februari en 1 december 2015.

Eind 2014 beslist de federale regering om de uitbating van Doel 1&2 toch mogelijk te maken tot 2025. Dat is tien jaar langer dan voorzien in de wet op de kernuitstap van 2003.

In perspectief

Na publicatie van de wet op de kernuitstap in 2003 formuleert Electrabel haar intentie om de uitbatingstermijn voor Doel 1&2 toch te verlengen met tien jaar.

- In januari 2008 wordt in dat verband het project *Long Term Operation* (LTO-D1&2) opgestart.
- In 2009 kondigt de federale regering haar voornemen aan om de wet op de kernuitstap te wijzigen en om de levensduur van de oudste kerncentrales (Doel 1, Doel 2 en Tihange 1) met tien jaar te verlengen tot 2025. In dat kader hadden het FANC en Bel V een strategienota gepubliceerd met hun vereisten voor de levensduurverlenging van de kerncentrales na 40 jaar activiteit, zijnde het LTO-project [REF ALG-11]. Het FANC heeft eind 2011 de verslagen van Electrabel voor een eventuele verdere exploitatie van Doel 1&2 ontvangen. Na besprekingen tussen FANC en Electrabel is een finale versie uitgebracht door Electrabel midden 2012 [REF ALG-11].
- Op 4 juli 2012 beslist de regering om Doel 1&2 zoals voorzien definitief uit productie te nemen in 2015. Met het oog op deze deadlines (15 februari en 1 december) start Electrabel onmiddellijk met het project Definitieve Stopzetting (DSZ).
- In december 2013 bevestigt de nieuwe regering de beslissing om Doel 1&2 definitief stil te leggen. Ze beslist ook om Tihange 1 te laten openblijven tot 2025, wat neerkomt op een levensduurverlenging met tien jaar.

- Eind 2014 beslist de huidige regering om de uitbating van Doel 1&2 toch mogelijk te maken tot 2025.
- Op 15 februari 2015 en conform de wet op de kernuitstap van 2003 wordt de centrale Doel 1 stilgelegd na 40 jaar productie.
- Op 30 april 2015 bezorgt Electrabel in het kader van de vierde TJH een aangepast Syntheserapport aan het FANC, vanuit het perspectief van DSZ.

Wetswijziging 28 juni 2015

Op 28 juni 2015 wordt de regeringsbeslissing om Doel 1&2 tien jaar langer open te houden bekrachtigd via een wetswijziging. De einddatum van de uitbating wordt hierdoor voor Doel 1 vastgelegd op 15 februari 2025 en voor Doel 2 op 1 december 2025. Het FANC stelt hierbij twee voorwaarden:

- De LTO of langetermijnuitbating van Doel 1&2 kan pas van start gaan wanneer de prioritaire acties van het door het FANC vereiste Geïntegreerde Actieplan afgewerkt zijn.
- Electrabel moet vóór 1 december 2015 in het kader van de vierde TJH een nieuw Syntheserapport met actieplan indienen. Conform de strategienota 'LTO van de Belgische kerncentrales' (2009) van het FANC moeten de resultaten van het LTO-project mee geïntegreerd worden in dat Syntheserapport.

Hoofdstuk 6 'Assessment van de 14 veiligheidsfactoren' geeft de verschillende evaluaties weer. De resultaten van het LTO-project en het Geïntegreerde Actieplan zijn samengevat in hoofdstuk 3.5 'Long Term Operation (LTO)' en zijn in hoofdstuk 6 per veiligheidsfactor (SF) hernomen.

4.2 Doelstellingen van de Tienjaarlijkse Herziening (TJH)

Globaal gezien moeten bij de TJH van een nucleaire installatie twee essentiële vragen beantwoord worden:

- 1** In welke mate is het bereikte veiligheidsniveau in lijn met de huidige internationale veiligheidsstandaarden en praktijken? Dit betekent dat Electrabel, het FANC en Bel V een vergelijking maken tussen de toestand van de installaties (met de bijbehorende exploitatierichtlijnen) en de actueel geldende regels, normen en praktijken in de VS en de EU. Indien nodig worden er verbeteringen aangebracht.
- 2** In welke mate zijn de getroffen maatregelen toereikend om het veiligheidsniveau te handhaven tot aan de volgende TJH?

De doelstellingen van de periodieke veiligheidsherzieningen zijn vastgelegd in Artikel 14.1 van het KB van 30 november 2011 (Uittreksel 4.1). Aan dat KB heeft het FANC in oktober 2013 een richtlijn (nota 2010-095) toegevoegd over de uitvoering van periodieke veiligheidsherzieningen op inrichtingen van klasse 1.

Art. 14. Periodieke herzieningen

14.1 - Doelstellingen van de periodieke veiligheidsherzieningen

Ter aanvulling van in andere kaders uitgevoerde studies van de nucleaire veiligheid, heeft een periodieke herziening tot doel een systematische evaluatie van de nucleaire veiligheid van een installatie door te voeren, en in het bijzonder :

- te bevestigen dat de installatie nog minstens even veilig is als oorspronkelijk aanvaard of aanvaard na de vorige periodieke herziening, en aan te tonen dat geen enkele vermindering van de nucleaire veiligheid zonder corrigerende actie is gebeven;
- de toestand van de installatie en haar uitbatingsregime vast te stellen met bijzondere aandacht voor de structuren, systemen en componenten die kunnen verslechteren, teneinde elke factor te identificeren en te evalueren die de veilige uitbating van de installatie tot de volgende periodieke herziening of tot het geprogrammeerde einde van de levensduur van de installatie zou kunnen beperken;
- het huidige veiligheidsniveau te rechtvaardigen ten aanzien van de huidige normen en praktijken, en verbeteringen van de veiligheid te identificeren en toe te passen waar dit redelijkerwijs mogelijk is.

Voor de evaluatie van de veiligheid worden met name de volgende elementen in aanmerking genomen :

- de evoluties van de normen inzake nucleaire veiligheid, de technologie, onderzoek en ontwikkeling evenals de internationale regelgeving;
- de nationale en internationale ervaringsfeedback en uitbatingshistoriek;
- de veroudering van de installaties;
- de aan de installatie aangebrachte wijzigingen die een invloed hebben op de nucleaire veiligheid;
- de wijzigingen aan de organisatiestructuur.

De periodieke veiligheidsherziening moet slaan op alle veiligheidsaspecten van een inrichting. In deze context, wordt de inrichting beschouwd als het geheel van de installaties (systemen, structuren en componenten) die door de oprichtings- en exploitatievergunning worden gedekt.

De exploitant draagt de hoofdverantwoordelijkheid voor de periodieke veiligheidsherziening.

4.3 Nieuwe methodologie met veiligheidsfactoren

Sinds de derde TJH van Doel 3 passen het FANC en Electrabel een nieuwe gemeenschappelijke methodologie toe, gebaseerd op de *Safety Guide NS G 2.10* [REF ALG-1] van het IAEA. De methodologie omvat een evaluatie van de nucleaire veiligheid aan de hand van het assessment van 14 veiligheidsfactoren (*Safety Factors*, SF) en een globale evaluatie:

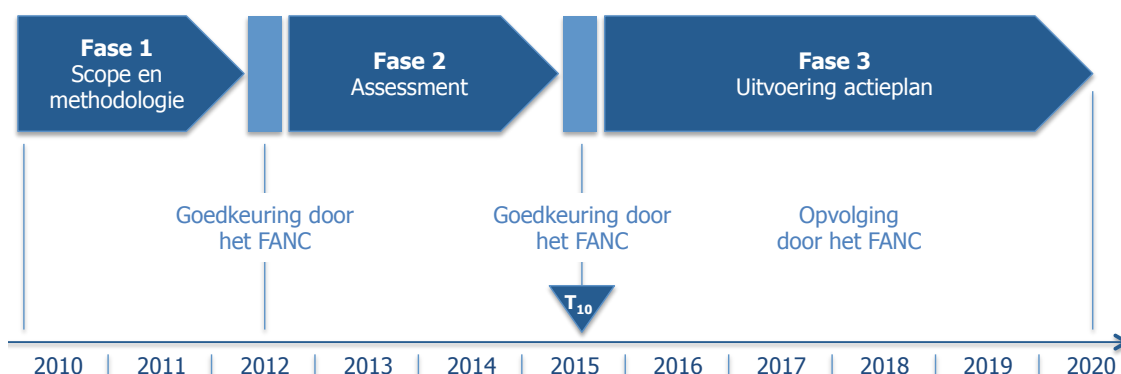
Subject area (veiligheidsdomein)		Safety Factor (veiligheidsfactor)
Plant	1	Plant design
	2	Actual condition of systems, structures and components
	3	Equipment qualification
	4	Ageing
Safety analysis	5	Deterministic safety analysis
	6	Probabilistic safety assessment
	7	Hazard analysis
Performance and feedback of experience	8	Safety performance
	9	Use of experience from other plants and research findings
Management	10	Organization and administration
	11	Procedures
	12	The human factor
	13	Emergency planning
Environment	14	Radiological impact on the environment
		Global assessment

5 Verloop

5.1	Fase 1: scope en methodologie	71
5.2	Fase 2: assessment	72
5.3	Fase 3: uitvoering van de acties	73

5 Verloop

Om alle doelstellingen van deze vierde Tienjaarlijkse Herziening (TJH) te realiseren (zie hoofdstuk 4.2 'Doelstellingen van de Tienjaarlijkse Herziening (TJH)' is het volledige verloop ervan opgedeeld in drie fasen (Figuur 5.1). Per fase volgt hieronder meer uitleg.



Figuur 5.1: Deze vierde Tienjaarlijkse Herziening verloopt in drie fasen

5.1 Fase 1: scope en methodologie

De TJH van Doel 1&2 heeft als doel de mogelijke verschillen te identificeren en te evalueren tussen het huidige nucleaire veiligheidsniveau van de installaties en de geldende nucleaire regelgeving, standaarden en goede praktijken. De verschillen worden vervolgens opgedeeld in sterktes en mogelijke verbeteringen. De resultaten van deze evaluatie (assessment) moeten de Belgische veiligheidsinstanties een duidelijk beeld geven van het huidige veiligheidsniveau van beide centrales.

Om de scope van de vierde TJH te bepalen is een lijst opgesteld met de domeinen en onderwerpen, de installaties en de planning. De chronologie liep als volgt:

- Op 29 november 2011 wordt versie 1.0 van de scope en methodologie [REF ALG-2] naar het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) gestuurd.
- Op 4 juli 2012 beslist de federale regering om de productie in Doel 1&2 zoals voorzien te stoppen in 2015. Bij Electrabel wordt het project 'Definitieve Stopzetting' (DSZ) opgestart. Rekening houdend met deze DSZ-visie wordt op 19 juli 2013 versie 2.0 van de scope en methodologie bij het FANC ingediend.
- Op 9 april 2014 bezorgt het FANC haar opmerkingen. Electrabel stuurt op 31 juli 2014 een antwoord naar het FANC. Versie 3.0 volgt op 3 september 2014, rekening houdend met de opmerkingen van het FANC. Op 28 oktober 2014 geeft het FANC de goedkeuring op versie 3.0.
- Na de beslissing van de huidige regering over LTO Doel 1&2 wordt terug naar de originele scope en methodologie (versie 1.0) verwezen. Deze aanpak wordt op 23 maart 2015 aan de autoriteiten toegelicht en vervolgens vastgelegd in de nota 'Review 1GTJH en PSRII'.

5.2 Fase 2: assessment

Met toestemming van het FANC en in afwachting van hun formele goedkeuring van 'Fase 1: scope en methodologie' is Electrabel in 2011, na aanstelling van de assessoren, begonnen met het assessment van de 14 veiligheidsfactoren (zie 4.3 'Nieuwe methodologie met veiligheidsfactoren'). In het kader van de integratie van het LTO-project zijn in 2015 een aantal assessments hernomen.

Bij de aanstelling van de assessoren worden enkele belangrijke punten in acht genomen:

- De projectleider duidt de assessoren aan in overleg met de verantwoordelijken van de nucleaire site en de betrokken departementen van Electrabel.
- De assessoren zijn allen expert in hun domein en ze beschikken over de nodige kwalificaties. Ze hebben bovendien ervaring met assessments en/of audits en zijn voldoende onafhankelijk.
- Voor ze aan het werk gaan, krijgen ze een introductie in de TJH-methodologie.
- Voor elk van de 14 veiligheidsfactoren wordt per centrale een aanspreekpunt aangesteld die als SPOC (*single point of contact*) fungeert voor de respectieve assessor.

Het eigenlijke assessment is als volgt verlopen:

- Bij de voorbereiding is een draaiboek samengesteld met de specifieke wetgeving, de standaarden en goede praktijken. Alle relevante documenten van de betrokken sites zijn daarbij geraadpleegd.
- De bezoeken ter plaatse zijn voor de assessoren de gelegenheid tot interview, observatie en onderzoek.
- Na de analyse van de gegevens en de feiten zijn de conclusies neergeschreven in een rapport dat voor evaluatie naar Bel V is gestuurd.
- Dit Syntheserapport met bijbehorend actieplan wordt voor de afgesproken datum van 1 december 2015 aan het FANC overhandigd.



Figuur 5.2: De verschillende stappen in het assessment

Tijdens het assessment is het *early feedback*-principe toegepast voor alle specifieke LTO-bevindingen. Dit betekent dat de bevindingen, sterktes en mogelijke verbeteringen aan het LTO-team gecommuniceerd zijn en na evaluatie geïntegreerd zijn in het LTO-project. De generieke bevindingen en voorgestelde acties worden verder behandeld bij de globale evaluatie en bij het opstellen van het actieplan voor Doel 1&2.

5.3 Fase 3: uitvoering van de acties

Zodra het FANC het actieplan heeft goedgekeurd, heeft Electrabel vijf jaar de tijd om het actieplan voor Doel 1&2 uit te voeren. De uitvoering ervan staat onder toezicht van het FANC en Bel V.

De specifieke LTO-acties worden behandeld binnen het LTO-project. De generieke acties worden uitgevoerd in het kader van het actieplan voor Doel 1&2.

6 Assessment van de 14 veiligheidsfactoren

6.1	Plant Design (SF1).....	77
6.2	Actual Condition of Systems, Structures and Components (SF2).....	84
6.3	Equipment Qualification (SF3)	91
6.4	Ageing (SF4).....	97
6.5	Deterministic Safety Analysis (SF5)	104
6.6	Probabilistic Safety Assessment (SF6)	112
6.7	Hazard Analysis (SF7)	116
6.8	Safety Performance (SF8)	127
6.9	Use of Experience from other Plants and Research Findings (SF9).....	134
6.10	Organization and Administration (SF10)	141
6.11	Procedures (SF11)	150
6.12	The Human Factor (SF12)	155
6.13	Emergency Planning (SF13).....	162
6.14	Radiological Impact on the Environment (SF14).....	167

6 Assessment van de 14 veiligheidsfactoren

6.1 Plant Design (SF1)

In het kader van LTO Design zijn de ontwerpverbeteringen voor Doel 1&2 vastgelegd in de *Agreed Design Upgrade (ADU)*, en dit op basis van de analyse van zes pijlers:

- Conformiteit met de algemene ontwerpcriteria van de U.S. NRC.
- Opvolging van de recente internationale regelgeving.
- De WENRA-referentieniveaus (2008).
- Vergelijking met meer recente en nieuwe ontwerpen van kerncentrales.
- Nationale en internationale uitbatingservaring.
- Voorgaande tienjaarlijkse herzieningen.

De verbeteringen voortkomend uit de Weerstandstesten zijn eveneens in de ADU opgenomen. De ADU maakt deel uit van het Geïntegreerd Actieplan in LTO.

6.1.1 Doelstelling

In de strategische nota van het FANC inzake LTO – zie 3.5.3 'Evaluatie van het ontwerp' en [REF ALG-11] – wordt aangegeven wat de bedoeling is van het assessment van het *Plant Design* van Doel 1&2. Het gaat erom alle mogelijke verbeteringen aan het huidige ontwerp te identificeren door een vergelijking te maken met de meest recente Belgische kerncentrales en met de internationale evolutie in het ontwerp en de technologie van *Pressurized Water Reactors* (PWR). Hierbij wordt de vraag gesteld in hoeverre de conceptuele verbeteringen van de nieuwste PWR toegepast kunnen worden op Doel 1&2. Deze doelstelling sluit aan bij wat het IAEA eerder als volgt omschreef:

"The objective of the review of the design of the nuclear power plant is to determine the adequacy of the design and its documentation in an assessment against current international standards and practices."

IAEA NS-G-2.10 [REF ALG-1]

6.1.2 Evolutie van de centrale

Doel 1&2 is een Westinghouse tweelingcentrale van het type PWR met twee lussen in de reactorkring. Het reactorgebouw (RGB) is dubbelwandig uitgevoerd met een tussenruimte. Het binnenste gedeelte is een stalen bol, het buitenste is een betonnen omhulsel. Bij een intern incident worden de veiligheidssystemen bestuurd vanuit de hoofdcontrolezaal.

6.1.2.1 Evolutie van het ontwerp

De eerste TJH (1985) is heel ingrijpend geweest. De meest opvallende realisatie toen was de bouw van het gebunkerd Gebouw met Noodsystemen (GNS) naar analogie met de nieuwere eenheden Doel 3&4. Er gingen uitgebreide studies van ongevallen van externe oorsprong aan vooraf: aardbeving, gasontploffing, impact van een vliegtuig, enzovoort. De noodsystemen van het GNS zijn ontworpen om de volgende functies te garanderen:

- Behoud van de waterinventaris in de reactorkring.
- Behoud van de onderkriticaliteit van de reactor.
- Afvoer van de nakomende warmte en bediening vanuit de noodcontrolezaal.

Behalve de bouw van het GNS zijn er nog belangrijke ontwerpverbeteringen doorgevoerd, waaronder:

- Evaluatie en verhoging van de weerstand tegen aardschokken van nucleair belangrijke installaties.
- Vervanging van de veiligheidskleppen op de reactorkring door hydraulisch gestuurde veiligheidskleppen (SEBIM) om de overdrukbeveiliging zowel in warme als in koude toestand te kunnen waarborgen.
- Plaatsing van passieve katalytische waterstofrecombinatoren in de reactorgebouwen om het risico op waterstofontploffing te vermijden.
- Vervanging van de vier hoofdstoom-isolatieafsluiters om de betrouwbaarheid van de snelle isolatie van de hoofdstoomleidingen te verbeteren.

6.1.2.2 Evolutie van de laatste tien jaar

In het kader van verschillende nucleaire veiligheidsprojecten zijn er de laatste tien jaar eveneens ontwerpwijzigingen doorgevoerd, waaronder:

- Vervanging van de stoomgeneratoren: in 2004 bij Doel 2, in 2009 bij Doel 1. Hierdoor is de integriteit van de reactorkring verhoogd.
- Vervanging van de veiligheidsdiesels conform de sterk geëvolueerde kwalificatievereisten voor dergelijke veiligheidsuitrustingen. Het principe is dat elke diesel zijn eigen elektrische polariteit voedt. Er is een nieuw dieselgebouw opgetrokken, met vijf dieselgeneratoren: vier polariteiten met een eigen veiligheidsdiesel en één reservediesel.
- Installatie van sterk vergrote recirculatiefilters met kleinere maaswijdte in het reactorgebouw om te vermijden dat er vuil in de recirculatietreinen terechtkomt.

6.1.2.3 Long Term Operation (LTO)

Aansluitend bij de strategische nota van het FANC inzake LTO [REF ALG-11] heeft Electrabel een specifieke methodologie uitgetekend waarbij het ontwerp geëvalueerd is op basis van zes pijlers (zie 6.1.4 'Werkwijze'). In tussentijd is er voortdurend overleg geweest met het FANC en Bel V, en is de feedback van de veiligheidsautoriteiten gaandeweg mee geïntegreerd. Het was de bedoeling om op die manier te komen tot een *Agreed Design Upgrade* (ADU), zijnde een *design upgrade* die door alle partijen als noodzakelijk en voldoende wordt beschouwd. In deze ADU zijn ook de verbeteringen opgenomen voortvloeiend uit de Weerstandstesten (BEST) – naar aanleiding van de kernramp in Fukushima (maart 2011).

In de ADU zijn in totaal 38 ontwerpverbeteringen voorzien, verdeeld over verschillende thema's (zie 3.6.3 'Evolutie van het ontwerp'). Dit zijn de belangrijkste per thema:

Thema	Ontwerpverbetering
<i>Back-up Safety</i>	Om de noodsystemen in het GNS nog betrouwbaarder te maken wordt het RJ-systeem van elke eenheid voorzien van een tweede pomp, wordt de EF-bijvulling van de stoomgeneratoren geautomatiseerd, en worden de AFW-turbopompen aangepast om ze ook vanuit het GNS te kunnen gebruiken. Om de bestaande veiligheidssystemen nog robuuster te maken – volgens het <i>defence in depth</i> -principe – wordt onder meer de mogelijkheid voorzien om de splijstofdokken (PL) bij te vullen via twee afzonderlijke stijgleidingen met eigen aansluitpunten (intussen uitgevoerd).
<i>Earthquake</i>	Om een mogelijke brand als gevolg van een aardbeving beter te kunnen bestrijden wordt een nieuw seismisch pompstation gebouwd met grotere pompen en een grotere voorraadtank. Het pompstation zal ook dienen om de AFW-turbopompen van water te voorzien mocht de normale watertoevoer falen.
<i>Fire</i>	Om bij een mogelijke brand de kabels van de noodsystemen adequater te beschermen worden ter hoogte van de eerste beveiligingsniveauekabels in de gebouwen GEH, GNH, TUR, RGB en BAR brandbarrières en auto-brandblussing toegevoegd. De bestaande blussystemen worden ook verbeterd. Dit alles zal de betrouwbaarheid van de noodsystemen ten goede komen.
<i>Severe accident</i>	Om bij een mogelijk zwaar ongeval de radioactieve atmosfeer in het <i>containment</i> op een gecontroleerde en gefilterde manier naar de omgeving te ontlasten wordt het <i>containment</i> uitgerust met een systeem dat een gefilterde drukverlaging van het reactorgebouw zal toelaten (<i>Filtered Containment Vent</i>).
<i>System</i>	Om de betrouwbaarheid van de RW-koeltorens als ultieme koudebron te verhogen wordt de mogelijkheid voorzien om de RW-koeltorens bij te vullen vanuit de Schelde.

6.1.3 Assessment

6.1.3.1 Algemene bevindingen

Het assessment van het ontwerp van Doel 1&2 is op een grondige manier uitgevoerd in het kader van LTO Design. Het overzicht van alle ontwerpverbeteringen is te vinden in hoofdstuk 3.6.3 'Evaluatie van het ontwerp'.

Een aantal belangrijke ontwerpverbeteringen is gericht op het verhogen van de betrouwbaarheid van de noodsystemen van het GNS, het verbeteren van de brandbestrijding na een mogelijke aardbeving en het verhogen van de betrouwbaarheid van de ultieme koudebron (RW-systeem).

De ontwerpbasis van de systemen, structuren en componenten (SSC) die belangrijk zijn voor de veiligheid van Doel 1&2, is gedocumenteerd conform 10 CFR 50.2 [REF SF1-17]. De ontwerpfuncties waaraan deze SSC moeten voldoen, zijn opgelijst met inbegrip van de bijbehorende ontwerpparameters en hun grenswaarden. Het *Standard Review Plan* (SRP) [REF SF1-18] fungeerde als leidraad voor de selectie van de veiligheidsvereisten waaraan de SSC moeten voldoen. Volgende veiligheidsgebonden SSC zijn in overweging genomen:

Thema	Systemen, structuren en componenten (SSC)
<i>Reactor core</i>	Noodstopreactor
<i>Reactor coolant system</i>	Reactorkring (RC), chemische en volumetrische controle (CV), veiligheidsinjectie (SI)
<i>Containment system</i>	Primair <i>containment</i> , secundair <i>containment</i> , sproeisysteem van het <i>containment</i> (SP), tussenruimte (TUR)
<i>Instrumentation and control system</i>	Veiligheidsuitrustingen en hun inschakelsysteem, <i>Safe Shutdown Systems</i> , regeling van de reactor
<i>Electrical power system</i>	Inwendige wisselstroombronnen (AC), gelijkstroombronnen (DC), veiligheidsdiesels (DG)
<i>Water supply & support systems</i>	Hoofdstroom (MS), hulpvoedingswater (AFW), nakoeling (SC), ruw water (RW), voedingswater (FW), nucleaire tussenkoeling (CC), koeling en zuivering van de bekkens (PL), bewoonbaarheid van de controlezaal (VP)

Opmerking: De gevolgde aanpak stemt overeen met de methodologie die wordt gevolgd in de Amerikaanse kerncentrales, die niet over tweede-niveausystemen (GNS) beschikken. De GNS-systemen worden bij Doel 1&2 samen behandeld met de corresponderende eerste-niveausystemen, en maken dus geen deel uit van bovenstaande lijst. De extra behandelde kringen zijn: noodvoedingswater (EF), noodkoeling van de dichtingen van de primaire pompen (RJ), nooddiesels (ED) en de nooldtussenkoelkring (EC).

6.1.3.2 Sterktes

Gezien de aard van het onderzoek, dat gericht is op het identificeren van ontwerpverbeteringen ten opzichte van de nieuwere Belgische kerncentrales en de internationale evolutie in het ontwerp en de technologie van PWR-reactoren, is er niet expliciet gezocht naar sterktes.

Doel 1&2 laat evenwel een duidelijke sterkte noteren met betrekking tot de problematiek van de *station blackout* (SBO), waarbij niet alleen de externe stroomvoorziening uitvalt maar ook de on-site back-up stroomvoorziening (veiligheidsdiesels) het laat afweten. De specificatie in het referentiedocument luidt als volgt:

"10 CFR 50.63 requires that all light-water-cooled nuclear power plants be able to withstand and recover from a station blackout (SBO)"

U.S. NRC 10 CFR 50.63 [REF SF1-9]

✓ **De GNS-noodsystemen beschermen Doel 1&2 niet alleen tegen externe ongevallen, ze kunnen ook een station blackout (SBO) ruimschoots opvangen**

De sterkte van Doel 1&2 bestaat erin dat in geval van een SBO de noodsystemen in werking treden, waardoor de centrale gedurende geruime tijd in een veilige toestand kan blijven. De nooddiesels van het GNS zorgen voor de noodzakelijke elektrische voeding van de noodsystemen. Op basis van de eigen brandstofvoorraad bedraagt de autonomie van de GNS-diesels vier à vijf dagen, wat beduidend langer is dan de aanvaardbare tijdsduur volgens de specificatie – de typische tijdsduur van een SBO is 2 tot 4 uur.

6.1.3.3 Geselecteerde verbeteringen

De geselecteerde verbeteringen voor het ontwerp van Doel 1&2 maken deel uit van LTO ADU (hoofdstuk 3.6.3 'Evaluatie van het ontwerp').

6.1.3.4 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

Er is een interface met **LTO Design** waarin de ontwerpverbeteringen zijn vastgelegd.

Er is een interface met veiligheidsfactor **SF5** (*Deterministic Safety Analysis*). Het betreft de vereiste van BTP 5-4 B.1.D over de nodige watervoorraad in de hulpvoedingswatertanks om de koude stilstand te bereiken:

"BTP 5-4 B.1.D requires that the system shall be capable of bringing the reactor to a cold shutdown condition, with only offsite or onsite power available, within a reasonable period of time following shutdown, assuming the most limiting single failure. It requires to bring primary plant temperature to the RHR cut in point following four hours at hot standby from the control room."

BTP 5-4 B.1.D [REF SF1-16]

Er is een interface met veiligheidsfactor **SF7** (*Hazard Analysis*). Het gaat hier meer bepaald om de vereisten in *10 CFR 50 Appendix A, General Design Criteria* inzake de bescherming tegen interne en externe invloeden. Zie: *GDC Criterion 2 Design bases for protection against natural phenomena* en *GDC Criterion 4 Environmental and Dynamic Effects Design Bases* [REF SF1-1].

6.1.4 Werkwijze

Electrabel heeft op basis van de strategische nota van het FANC inzake LTO (hoofdstuk 3.6.3 'Evaluatie van het ontwerp'), een methodologie uitgewerkt voor LTO ADU bestaande uit volgende stappen:

- 1 Veiligheidsevaluatie van het ontwerp op basis van zes pijlers, met als bedoeling aandachtspunten en mogelijke ontwerpverbeteringen te identificeren.

Pijler	Aandachtspunt en/of mogelijke ontwerpverbetering
Documentatie van de ontwerpbasis	De ontwerpbasis met bijbehorende documentatie is getoetst aan de actuele algemene ontwerpcriteria voor kerncentrales van de <i>U.S. NRC 10CFR50, Appendix A, General Design Criteria</i> [REF SF1-1], aangevuld met enkele specifieke ontwerpcriteria van de U.S. NRC ([REF SF1-2] tot en met [REF SF1-16]).
<i>Regulation Watch</i>	Tijdens de exploitatie controleert Electrabel doorlopend elke wijziging in de reglementering inzake nucleaire veiligheid, een proces dat <i>Regulation Watch</i> wordt genoemd. In het LTO-project is dit proces gebruikt als bron van informatie. De observatie omvat de wijzigingen in internationale vereisten (bijvoorbeeld IAEA), Europese en nationale regelgevingen en Amerikaanse regelgeving (U.S. NRC) in de periode 2004-2009. De potentiële ontwerpwijzigingen voor Doel 1&2 die het gevolg zijn van wijzigingen aan relevante regelgevingen of vereisten zijn geïdentificeerd. In 2015 is een bijkomende analyse van de reglementering uitgevoerd voor de periode 2010-2011.
<i>Western European Nuclear Regulators' Association</i> (WENRA) referentieniveaus	De WENRA heeft een aantal veiligheidsreferentieniveaus opgesteld. Een <i>gap analysis</i> is uitgevoerd voor alle Belgische kerncentrales en er is een Belgisch actieplan opgesteld. Mogelijke ontwerp wijzigingen van Doel 1&2 die voortvloeien uit het Belgische actieplan zijn voor zover mogelijk meegenomen in het LTO-project.
Benchmarks ontwerp	Het ontwerp van Doel 1&2 is vergeleken met dat van de meest recente Belgische kerncentrales. Internationaal gezien is het ontwerp vergeleken met enkele kerncentrales die er het meest op lijken, die een gelijkaardige levensduur hebben, of die zich in de buurlanden bevinden. Het betreft de kerncentrales Beznau 12 (Zwitserland), Ringhals 2 (Zweden) en Borssele (Nederland). Deze centrales zijn bezocht en er is expertise en kennis uitgewisseld. Het ontwerp van Doel 1&2 is bovendien vergeleken met het ontwerp van kerncentrales van de derde generatie [REF SF1-19]. Mogelijke ontwerpverbeteringen voor Doel 1&2 zijn geïdentificeerd.
<i>TJH look-back</i>	Tijdens elke TJH zijn er veiligheidsgerelateerde punten herzien en zijn er verbeteringen met betrekking tot de veiligheid gedefinieerd en geïmplementeerd. Voor de <i>TJH look-back</i> zijn de overblijvende ontwerpbehoefes geïdentificeerd.

Pijler	Aandachtspunt en/of mogelijke ontwerpverbetering
<i>Operational experience feedback</i>	Om bekommernissen in verband met het ontwerp te identificeren zijn de volgende bronnen van uitbatingservaring gescreend: • Inspectierapporten van Bel V. • Interne ervaringsfeedback van Doel 1&2. • Externe ervaringsfeedback (bijvoorbeeld: uitwisseling van exploitatie-ervaring via organisaties zoals WANO). • Openstaande punten van het <i>Site Operations Review Committee</i> (SORC) en het <i>Plant Operations Review Committee</i> (PORC). • Onbeschikbaarheidsfactor (een analyse die de onbeschikbaarheid van veiligheidssystemen en -componenten evalueert).

- 2** Herleiden van de geïdentificeerde aandachtspunten en mogelijke verbeteringen tot een reeks veiligheidspunten.

Voor elk aandachtspunt is nagegaan welke ontwerpverbeteringen de veiligheid het meest ten goede komen. Een belangrijk criterium hierbij is de vermindering van het restrisico die de verbetering toelaat. Bovendien is er ook rekening gehouden met de evolutie in de regelgeving en met aanpassingen die al voorzien waren in het kader van andere projecten.

- 3** Analyseren van de ontwerpverbeteringen die in aanmerking komen.

Er is een technische en functionele omschrijving van de ontwerpverbeteringen uitgevoerd, en een studie van de haalbaarheid ervan, op de verschillende domeinen: mechanisch, elektrisch, bouwkundig, I&C, enzovoort. Deze fase is een erg belangrijke stap in de evaluatie van het ontwerp. De mogelijke technische oplossingen zijn immers zo gekozen en geoptimaliseerd dat niet alleen het restrisico zo veel mogelijk vermindert, maar dat ook andere factoren bekeken worden, zoals de radiologische blootstelling en de veiligheidsrisico's bij de uitvoering, de technische complexiteit en de conformiteit aan de regelgeving.

- 4** Samenstelling van de *Design Upgrade* met bijbehorende uitvoeringsplanning op basis van de bestudeerde ontwerpverbeteringen.
- 5** Er is voldoende aandacht besteed aan het evenwichtig karakter van het verbeteringsplan in de uiteenlopende domeinen. Het finale verbeteringsplan is door het FANC en Bel V aanvaard. Dit is de zogenoemde ADU.

6.2 Actual Condition of Systems, Structures and Components (SF2)

Uit het assessment SF2 blijkt dat de systemen, structuren en componenten (SSC) van Doel 1&2 in goede staat verkeren en dat het MS&I-programma volledig in lijn is met de internationale regelgeving en goede praktijken. Alle SSC worden met andere woorden correct onderhouden, getest en geïnspecteerd. Ook blijkt dat Electrabel de veiligheidsgebonden SSC te allen tijde kritisch opvolgt en dat de beschikbaarheid van de centrale gegarandeerd blijft dankzij een permanente inzet op de verbetering van MS&I, RCM en SHR. Het assessment volgt daarin de conclusies van de OSART-missie (2010). Als deel van het LTO-project is daarenboven een systematische 'condition assessment' uitgevoerd van alle veiligheidsgebonden SSC.

6.2.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Actual condition of systems, structures and components* (SF2) evalueert het MS&I-programma (*Maintenance, Surveillance & Inspection*) en geeft een overzicht van de toestand van de systemen, structuren en componenten (SSC) die belangrijk zijn voor de nucleaire veiligheid. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review is to determine the actual condition of SSCs important to safety and whether they are adequate to meet their design requirements. In addition, the review should confirm that the condition of SSCs is properly documented."

IAEA NS-G-2.10 [REF ALG-1]

Het referentiekader wordt gevormd door de recente richtlijnen van het IAEA [REF SF2-1] en het INPO [REF-SF2-2].

6.2.2 Evolutie van de centrale

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van het MS&I-programma bij Doel 1&2 en somt ook de belangrijkste evoluties van de laatste tien jaar op.

6.2.2.1 MS&I-programma

MS&I staat voor onderhoud, toezicht en inspectie, en is als programma ingebed in de dagelijkse werking van Doel 1&2 en in het wijzigingsbeheer. De MS&I-doelstellingen op middellange termijn zijn vastgelegd in het globale plan voor de nucleaire veiligheid; ze worden opgevolgd via prestatie-indicatoren op het niveau van de departementen en entiteiten. Deze indicatoren worden besproken in de verschillende comités (*Business Oversight, Management Team, Site Operating Review Committees* (SORC), *Plant Operating Review Committees* (PORC), enz.) en gecommuniceerd aan de volledige organisatie.

MS&I algemeen

Het MS&I-programma bestrijkt alle preventieve, predictieve en corrigerende activiteiten, zowel technisch als administratief, nodig om alle mogelijke degradaties aan de SSC te detecteren, in te dijen of te herstellen zodat ze correct blijven functioneren. Er worden verschillende soorten predictieve onderhoudswerken uitgevoerd, zowel aan actieve SSC (trillingsmetingen, olieanalyses, thermografie, enz.) als aan passieve SSC (opvolging van *Flow Accelerated Corrosion*, *In-Service Inspection*, monitoring van chemicaliën, enz.). Kerncentrale Doel (KCD) beschikt over een programma voor *In-Service Inspection & Testing* conform de ASME XI Code en haar vertaling naar de Belgische regelgeving.

Het werktoelatingssysteem fungeert als administratieve controle binnen het MS&I-programma en biedt op elk ogenblik een globaal overzicht van de geplande MS&I-activiteiten. Voor de MS&I-activiteiten met een hoger risico bestaan er specifieke procedures zoals Risico Activiteit, Beschikbaarheidsbedreigende Interventies en Niet-Frequent Uitgevoerde Activiteiten. Deze activiteiten worden altijd gevolgd door een *After Action Review*. Tal van MS&I-activiteiten worden in onderaanneming uitgevoerd. De eindverantwoordelijkheid blijft wel bij KCD.

Scoping en identificatie van kritische componenten

De kriticiiteit van de SSC vormt de basis van het MS&I-programma, dat oorspronkelijk is opgebouwd rond de Technische Specificaties, codes en normen, leveranciersaanbevelingen en de technische vereisten vanwege de verzekeringsmaatschappijen. De oorspronkelijke selectie van SSC wordt vervolledigd met 'noodstopgevoelige' SSC – SSC die een noodstop van de reactor kunnen veroorzaken – en met SSC waarvan een defect tot een productieverlies van minstens 2 % leidt.

Prestatieopvolging

De prestaties van de SSC worden opgevolgd via Onbeschikbaarheidsfiches (OBF). OBF controleren of de onbeschikbaarheid van veiligheidsgebonden SSC onder de maximaal toelaatbare onbeschikbaarheid blijft, zoals aangegeven in de Technische Specificaties. De mate waarin de maximaal toelaatbare onbeschikbaarheid van de SSC effectief is opgebruikt, wordt aangegeven door de G-Factor (Gebruiksfactor), de belangrijkste prestatie-indicator. De G-factor wordt elk jaar geanalyseerd. Daarnaast worden er op systeemniveau prestatieopvolgingen voor 18 systemen uitgevoerd via *System Health Reports* (SHR).

Preventief onderhoud

Het preventief onderhoud wordt uitgevoerd op basis van een SAP-databank en afzonderlijke specifieke databanken (*In-Service-Inspection*, opvolging van chemicaliën, enz.)

Operationele ervaring en correctieve acties

Defecten aan de SSC worden geanalyseerd via Meldingsfiches (MF) en via het proces van operationele ervaring (OE). De MF worden verspreid binnen de organisatie en kunnen aanleiding geven tot een technische analyse, een grondoorzaakanalyse of een incidentverslag. De MF worden ook meegenomen in de eigen assessments van de verschillende teams (*Maintenance*, *Engineering* en *Operations*).

Bij een grondoorzaakanalyse worden de WANO-richtlijnen gevolgd. Voor elke grondoorzaak worden correctieve acties gedefinieerd, en de PORC volgt deze op. Een correctieve actie kan ook bestaan uit een aanpassing van het MS&I-programma. Wanneer een defect om een technische analyse vraagt, is het proces minder formeel en worden correctieve acties via de zogenoemde *punchlist* opgevolgd. Dit soort analyses vergt geen formele analyse van de

toepasbaarheid van het defect op andere SSC. De formele analyse wordt in de meeste gevallen uitgevoerd door de expert die bij *Maintenance* verantwoordelijk is voor identieke en vergelijkbare componenten.

Life Cycle Management (Levenscyclusbeheer)

Bij Doel 1&2 krijgt de langetermijnonderhoudsplanning een jaarlijkse update en ze wordt vertaald in jaardoelstellingen en een revisieplanning voor verschillende splijtstofcycli.

Voor de SSC wordt de herstelling of vervanging opgevolgd via de dagelijkse planning, revisieplanning, specifieke projecten of wijzigingen. Om te voldoen aan het principe van een Life Cycle Management Plan worden *Ageing Summaries* opgesteld (zie ook SF4 *Ageing*). Acties die daaruit volgen worden opgenomen in het LTO-actieplan.

Continuous Equipment Reliability Improvement

Via verschillende processen (*After Action Review*, interne en externe *Operating Experience Feedback*, enz.) worden verbeteringen aan het MS&I-programma aangebracht. Deze verbeteringen resulteren in een hogere bedrijfszekerheid van de SSC. De lijst van noodstopgevoelige uitrustingen en het bijbehorende noodstopreductieplan kunnen ook als onderdeel van dit proces worden beschouwd.

Maintenance facilities

De onderhoudsfaciliteiten liggen verspreid over de hele site in Doel. Er zijn werkplaatsen voor specifieke uitrustingen (roterende onderdelen, elektrische uitrusting, I&C-componenten, enz.), decontaminatiefaciliteiten en lasinrichtingen.

In sommige gevallen worden uitrustingen overgebracht naar onderaannemers buiten de site, bijvoorbeeld wanneer de nodige werktuigen of specifieke knowhow ter plaatse niet beschikbaar zijn. De kwalificatie van onderaannemers die onderhoudsdiensten uitvoeren in Doel of in hun eigen werkplaatsen, wordt gewaarborgd via periodieke audits conform 10 CFR 50 App.B [REF SF2-3].

6.2.2.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)

De *Reliability Centered Maintenance* (RCM), de verbeterde versie van het MS&I-programma sinds de vorige TJH, beoogt een verhoogde bedrijfszekerheid van de kritische SSC. RCM komt in feite tegemoet aan de optimalisatievereisten zoals neergeschreven in de *IAEA Safety Guide NS-G-2.6* [REF SF2-1], en meer bepaald de vereiste om de interne en externe operationele ervaring ook in rekening te brengen.

De scope van RCM bestrijkt de actieve veiligheidsgebonden en niet-veiligheidsgebonden SSC. Deze SSC worden systematisch doorgelicht op hun werking, criticiteit en mogelijke defecten. De hogere bedrijfszekerheid van de SSC wordt verkregen door het preventieve en predictieve onderhoud te vergelijken met de mogelijke defecten, rekening houdend met het belang van de SSC voor de nucleaire veiligheid (onder meer door de resultaten van het *Probabilistic Safety Assessment* (PSA)).

De criticiteit van de actieve SSC van Doel 1&2 wordt vóór de doorstart en het begin van de LTO-periode geïntegreerd in de SAP-databank. De noodzakelijke verbeteringen aan de onderhoudsplannen zijn geïdentificeerd.

6.2.2.3 System Health Reports (SHR)

In 2007 is Doel 1&2 begonnen met de invoering van SHR, geïnspireerd op INPO AP-913 [REF SF2-2]. Voor een aantal kritische systemen, geselecteerd op basis van de PSA-resultaten en de operationele ervaring, worden de resultaten van de MS&I-activiteiten voor de verschillende SSC verzameld en worden er trendanalyses uitgevoerd om mogelijke prestatieverminderingen op het spoor te komen.

Naast de MS&I-resultaten bestrijken de SHR ook aspecten zoals de feedback uit de *Ageing Summaries*, die in het kader van het *Ageing Management Program* (zie SF4 *Ageing*) worden afgeleverd, de *Justifications for Continued Operation* (JCO) en afwijkingen, en de inspectieverslagen van Bel V. Momenteel bestaan de volgende SHR: AFW, CC, CV, DGS, ED, EF, EI, EV, FE, MW, PL, RC, RJ, RW, SC, SI, SP en VE. SHR voor RM en VE GNH worden momenteel opgesteld en zullen uitgebracht worden vóór de doorstart en het begin van de LTO-periode.

Voor elke jaarlijkse SHR-update wordt een multidisciplinair onderzoek uitgevoerd waarvan de resultaten gezamenlijk worden geanalyseerd door de verschillende departementen die bij het systeem betrokken zijn: de system engineer van *Engineering*, de installatiebeheerder van *Maintenance* en de *Exploitation Coordination Manager* (ECM) en *test engineer* van *Operations*. De definitieve SHR wordt besproken tijdens de vergadering van de PORC.

6.2.2.4 IAEA OSART 2010

De OSART-missie (*Operational Safety Review Team*) die het IAEA in 2010 heeft uitgevoerd, kwam tot de conclusie dat Doel over een uitgebreid en volledig gedocumenteerd MS&I-programma beschikt. Het chemische controle- en inspectieprogramma is daarbij als een *best practice* gekwalificeerd.

6.2.2.5 Verbeteringen aan de installaties

Sinds de vorige TJH zijn er in verschillende domeinen ingrijpende hardwareverbeteringen doorgevoerd, die een aanzienlijk positief effect hebben op de toestand van de betrokken veiligheidsgebonden SSC van Doel 1&2. Enkele voorbeelden:

- Vervanging van een aantal *baffle bolts* in Doel 1 (2005 en 2015) en Doel 2 (2006).
- Vervanging van de stoomgeneratoren in Doel 1 (2009) en Doel 2 (2004).
- Herstelling van de lekdichtheid van het secundair omhulsel door toepassing van een externe coating in Doel 1 (2007-2008) en Doel 2 (2008-2009).
- Vervanging van de 380 kV-*switches* (2007).

6.2.2.6 Long Term Operation (LTO)

Als deel van het LTO-project is in aansluiting op de U.S. NRC 10 CFR 54.4 [REF SF2-4] een volledige *scoping* doorgevoerd van de veiligheidsgebonden SSC. De hierbij toegepaste systematische methodologie is internationaal erkend. De actuele toestand van alle veiligheidsgebonden SSC is bepaald via de *condition assessment* van LTO *Ageing*.

6.2.3 Assessment

6.2.3.1 Algemene bevindingen

Doel 1&2 beschikt over een uitgebreid en volledig gedocumenteerd MS&I-programma conform de vereisten van de IAEA Safety Guide NS-G-2.6. Het bestaat uit meerdere bouwstenen waarvan de initiële programma's gebaseerd zijn op de Technische Specificaties in het Veiligheidsrapport, de Belgische wetgeving, de ASME- en IEEE-codes en de aanbevelingen van leveranciers en verzekeraars. De effectiviteit ervan wordt opgevolgd via prestatie-indicatoren en bijgestuurd op basis van interne en externe operationele ervaring.

Na de derde TJH heeft Electrabel meerdere initiatieven genomen voor een doeltreffender SSC-management, waaronder:

- SHR (sinds 2007).
- RCM, de upgrade van het MS&I-programma voor de actieve SSC.
- Lijsten van noodstopgevoelige mechanische en EI&C-uitrustingen, gebruikt bij de uitwerking van het noodstop-reductieprogramma.

De actuele fysieke toestand van de belangrijkste SSC in de domeinen Mechanisch, Elektrisch, I&C en Gebouwen is volledig doorgelicht. Deze SSC-review werd gebaseerd op de recentste versies van de *Ageing Summaries* en SHR, aangevuld met de resultaten van de laatste inspecties, die nog niet in de *Ageing Summaries* of SHR waren opgenomen. Uit de review is gebleken dat mogelijke degradatieverschijnselen bij de belangrijkste SSC nauwgezet geïnspecteerd zijn, en dat er aangepaste maatregelen zijn genomen zodat de SSC hun veiligheidsfunctie blijven vervullen.

6.2.3.2 Sterktes

✓ Het MS&I-programma is goed gedocumenteerd en opgevolgd

Uit het assessment blijkt dat het bestaande MS&I-programma van Doel 1&2 alle eigenschappen heeft die de *IAEA Safety Guide NS-G-2.6* [REF SF2-1] van een dergelijk systeem verwacht. Dat betekent: verschillende onderliggende individuele onderhouds-, toezichts- en inspectieprogramma's, follow-up van onbeschikbaarheid van veiligheidsgebonden SSC, documentatie van degradatie en defecten van SSC en bijbehorende analyses, een programma voor *screening* en analyse van interne en externe operationele ervaring. In 2010 is de OSART-missie tot de conclusie gekomen dat KCD een uitgebreid en goed gedocumenteerd toezichtsprogramma toepast.

✓ Er bestaat een strikt technisch programma voor chemische conditionering en monitoring

In alle bedrijfsomstandigheden zijn er geijkte procedures voor de chemische conditionering met duidelijke criteria en specificaties. Waar mogelijk gaat Electrabel zelfs verder dan de voorgeschreven technische specificaties. De chemische analyses worden gepland via het *Laboratory Information and Management System*. Online berekende parameters worden rechtstreeks ingevoerd in het operationeel beheersysteem DIMOS. De gegevens van het personeel in de controlezaal zijn goed ondersteund door de analyses en knowhow van Laborelec.

✓ **De beschikbaarheid van de veiligheidstuigen wordt strikt opgevolgd via de G-factor**

De technische specificaties leggen de maximaal toegelaten onbeschikbaarheid vast voor de veiligheidsgebonden SSC. De mate waarin die onbeschikbaarheid effectief is 'opgebruikt', wordt aangegeven door de G-Factor (Gebruiksfactor), de belangrijkste prestatie-indicator. De G-factor wordt elk jaar geanalyseerd.

✓ **Er zijn verschillende initiatieven om de betrouwbaarheid van kritische SSC te verhogen**

Er is een belangrijke betrokkenheid vastgesteld om de SSC op te volgen die kritisch zijn voor de nucleaire veiligheid en/of voor de beschikbaarheid van de centrale. Deze betrokkenheid komt tot uiting in de verschillende initiatieven die sinds de vorige TJH genomen zijn om de betrouwbaarheid van de kritische SSC te verhogen. Bijvoorbeeld: de SHR, het RCM-project en de lijst van de noodstopgevoelige tuigen.

✓ **De toestand van de veiligheidssystemen wordt nauwgezet opgevolgd via SHR**

De SHR zijn gebaseerd op de goede praktijken zoals beschreven in de industrierichtlijn INPO AP-913. Er zijn momenteel SHR voor een twintigtal veiligheidsgebonden systemen. Elk jaar worden de belangrijkste gegevens die verband houden met de algemene toestand van de SSC, systematisch geanalyseerd, en er wordt nagegaan of het onderhouds- en testprogramma nog voldoende effectief is.

✓ **Uitgebreide on-site en off-site faciliteiten verzekeren kwaliteitsvol onderhoud**

Zowel on-site als off-site zijn voldoende onderhoudsateliers aanwezig om de goede staat van de uitrustingen te verzekeren. De faciliteiten liggen verspreid over de hele site en omvatten werkplaatsen voor specifieke uitrustingen (roterende onderdelen, elektrische uitrusting, I&C-componenten, enz.), decontaminatiefaciliteiten en lasinrichtingen. In sommige gevallen worden uitrustingen overgebracht naar onderaannemers buiten de site, bijvoorbeeld wanneer de nodige werktuigen of specifieke knowhow ter plaatse niet beschikbaar zijn. De kwalificatie van onderaannemers die onderhoudsdiensten in Doel of in hun eigen werkplaatsen uitvoeren, wordt gewaarborgd via periodieke audits conform 10CFR50 App.B [REF SF2-3].

6.2.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Voor SF2 zijn geen acties in het actieplan opgenomen. LTO *Ageing* heeft reeds de nodige verbeteringen van het verouderingsbeheer geïdentificeerd. Die verbeteringen zijn opgenomen in het lopende LTO-actieplan, waaronder de preventieve vervanging van componenten.

6.2.3.4 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

De actuele toestand van alle veiligheidsgebonden en als zodanig tijdens de scoping geïdentificeerde SSC is geëvalueerd tijdens het *condition assessment* in het kader van **LTO Ageing**.

Er is een interface met het **Ageing Management Program** (AMP).

Er is een interface met **SF4** (*Ageing*) en meer bepaald met het *Plant's Ageing Management Program* (AMP). De *IAEA Safety Guide NS-G-2.12* [REF SF4-1] bepaalt namelijk dat de reële

staat van een structuur, een component of een groep van structuren of componenten moet worden vastgesteld met het oog op de ontwikkeling van een efficiënt verouderingsbeheer. SF4 beschouwt de reële toestand van de SSC ook als zodanig, maar legt bovendien de focus op mogelijke verouderingsdefecten of indicaties van degradatie, en op de gevolgen daarvan in de toekomst (prestaties, degradatie en levensduur).

6.2.4 Werkwijze

Bij het assessment *Actual condition of systems, structures and components* (SF2) zijn vijf stappen gevolgd. Bij elk element zijn de sterktes en mogelijke verbeteringen geïdentificeerd:

- 1 Aftoetsen van het beheersysteem van het MS&I-programma aan de *IAEA Safety Guide NS-G-2.6* [REF SF2-1] en de *Industry Guideline INPO AP-913* [REF SF2-2], aan de hand van volgende punten:
 - Algemeen beleid dat de scope, doelstellingen, activiteiten en verantwoordelijkheden vastlegt voor alle relevante units, en alle bijbehorende programma's en activiteiten.
 - *Staffing, human resources* en trainingen.
 - Prestatie-indicatoren en *self assessment* die een periodieke evaluatie van de effectiviteit van het beheersysteem mogelijk maken.
- 2 Evalueren van de scope van de SSC opgenomen in het MS&I-programma.
- 3 Onderzoeken van de kwaliteit van het bestaande MS&I-programma ten opzichte van de *IAEA Safety Guide NS-G-2.6* [REF SF2-1] en met betrekking tot de volgende elementen uit de *Industry Guideline INPO AP-913* [REF SF2-2]:
 - *Performance Monitoring*
 - *Preventive Maintenance*
 - *Operating Experience and Corrective Action*
 - *Life Cycle Management*
 - *Continuous Equipment Reliability Improvement*
- 4 Evalueren van on-site en off-site onderhoudsateliers wat betreft de beschikbaarheid van:
 - Ontsmettings- en werkfaciliteiten met voldoende ruimte en gereedschappen voor het efficiënte onderhoud van mechanische, elektrische en I&C-uitrusting.
 - Andere faciliteiten, gereedschappen en uitrustingen zoals simulators (*mock-ups*), speciale uitrustingen en gereedschappen, kalibratieblokken, foto's en video's, computersimulaties, hef- en hijswerktuigen.
- 5 Overzicht maken van de actuele toestand van de belangrijkste veiligheidsgebonden SSC.
- 6 Voor elk van de voorgaande stappen de sterke punten en mogelijke verbeteringen identificeren.

6.3 Equipment Qualification (SF3)

Het assessment *Equipment Qualification* (SF3) toont aan dat de kwalificatievereisten op adequate wijze opgevolgd worden via de levensduurdatabank, de onderhoudsstrategiedocumenten, de LTO IPA, de recente Q-lijst en het geïntegreerd informatie- en besturingssysteem SAP. Al deze systemen worden goed beheerd en vormen een stevige basis voor de onderhoudsvoorschriften en aankoopprocedures. De kwalificatievereisten voor de EI&C-uitrustingen zijn terug te vinden in de (in het kader van LTO) vervulde RSQ. Voor de mechanische uitrustingen zijn de initiële kwalificatievereisten verwerkt in de onderhoudsprocedures; de opvolging ervan is gebaseerd op verouderingsoverwegingen, goede praktijken en veiligheidsvereisten.

6.3.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Equipment Qualification* (SF3) onderzoekt of de kwalificatie van de veiligheidsgebonden systemen, structuren en componenten (SSC) sinds het eerste gebruik ervan gewaarborgd is en sindsdien ook opgevolgd is conform de specificaties van de leverancier en de internationale goede praktijken. Het kwalificatiebeheer moet ook duidelijk gedocumenteerd zijn. Het IAEA omschrijft deze doelstelling als volgt:

"The objective of the review is to determine whether equipment important to safety is qualified to perform its designated safety function throughout its installed service life."

IAEA NS-G-2.10 [REF ALG-1]

6.3.2 Evolutie van de centrale

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van het kwalificatiebeheer bij Doel 1&2 en van de belangrijkste evoluties op dat vlak de laatste tien jaar.

6.3.2.1 Elektrische componenten, instrumentatie en controle (EI&C)

Wat de EI&C-apparatuur betreft zijn er om te beginnen allerlei testen in gebruik om te controleren of hun veiligheidsgebonden functie op afdoende wijze wordt vervuld. Er is ook een kwalificatierapport voorhanden waarvan de testverslagen het bewijs leveren dat de apparatuur voldoet aan de initiële ontwerpvereisten, de zogenoemde 'typekeuring'.

Rapport Synthétique de Qualification (RSQ)

De resultaten van de typekeuring zijn weergegeven in het *Rapport Synthétique de Qualification* (RSQ), en dit per reeks en per fabrikant. Deze respectieve RSQ omvatten ook de speciale onderhoudsvoorschriften voor de apparatuur met een beperkte levensduur of die aan veroudering (*Ageing*) onderhevig is. Deze onderhoudsvoorschriften zijn ook opgenomen

in de SAP-onderhoudsplannen en in de levensduurdatabank die het I&C-kwalificatiebeheer aanstuurt.

Om de drie jaar vindt bij de fabrikant een typekeuring-audit plaats waarbij de evolutie van de apparatuur wordt nagegaan. Een nieuwe bouwmethode of een ander materiaalgebruik kan bijvoorbeeld een gedeeltelijke of volledige herkeuring noodzakelijk maken. In zo'n geval moet het kwalificatiedossier met bijbehorend RSQ bijgewerkt worden. Zonder herkeuring vermeldt het auditrapport dat het RSQ geldig blijft.

Sommige apparatuur is nu eenmaal onderhevig aan obsolescentie (zie ook SF4 *Ageing*), wat het overeenkomstige RSQ ook vermeldt. Dit soort apparatuur vereist geen bijkomende typekeuring-audit, maar de items die geïnstalleerd of in het magazijn aanwezig zijn, kunnen worden gebruikt tot het einde van hun gekwalificeerde cyclus.

Bij de eerste en tweede TJH van Doel 1&2 zijn de EI&C-uitrustingen gekoppeld aan de RSQ van de meer recente centrales in Doel en Tihange. Dit is gebeurd telkens wanneer een RSQ toeliet om dezelfde of een gelijkaardige uitrusting in Doel 1&2 op te nemen zoals in de vier andere units. Sinds 2005 combineert de levensduurdatabank de onderhoudsschema's met de kwalificatievereisten in de RSQ voor de veiligheidsgebonden I&C-componenten die onderhevig zijn aan veroudering.

LTO Ageing

In het kader van LTO *Ageing* is een *scoping* uitgevoerd van de EI&C-componenten volgens 10 CFR 54.4 [REF SF3-3]. In het AME/IPA-proces (zie SF4 *Ageing*) is nagegaan of er voor elke gekwalificeerde EI&C-component een RSQ bestaat. Waar nodig worden nieuwe RSQ opgesteld, worden RSQ aangepast (kwalificatieverlenging) of worden uitrustingen geheel of gedeeltelijk vervangen door uitrustingen met RSQ.

Eveneens in het kader van LTO zijn de systemen voor het kwalificatiebeheer aanzienlijk uitgebreid. Het gaat meer bepaald om de onderhoudsstrategiedocumenten, die de voorschriften van het onderhoud onderzoeken en de onderhoudsprocedures in lijn brengen met het RSQ, en de Q-list (in opbouw) die de gekwalificeerde veiligheidsgebonden uitrustingen bundelt.

6.3.2.2 Actieve mechanische componenten

Ook bij de actieve mechanische componenten moet de geschiktheid aangetoond worden conform de ontwerpvereisten. Met het oog op die beoordeling moeten de gegevens van de fabrikant minstens bestaan uit:

- Een stressrapport.
- Een seismisch verslag dat het geheel van de componenten en hun aandrijving (elektromotor of pneumatisch) dekt.
- Een testrapport met data over temperatuur en stralingsweerstand van de niet-metalen bestanddelen in de componenten en hun aandrijving (de meeste van deze testrapporten bestaan).

De laatste tien jaar is van de kwalificatie van nieuwe veiligheidsgebonden mechanische componenten telkens een lijvig dossier gemaakt. Alle kwalificatiedocumenten zijn erin opgenomen. Voor de andere mechanische componenten bestaan er geen dossiers met de initiële kwalificatiedocumenten afkomstig van de constructeur.

6.3.2.3 Opleiding en onderhoudsvoorschriften

Reeds vroeg in de opleiding wordt het onderhoudspersoneel gewezen op het belang van een correcte naleving van de *best practices*. Bijvoorbeeld: altijd de dichtingsring vervangen na het demonteren van een afsluiter. Ook in de onderhoudsvoorschriften wordt de nodige aandacht besteed aan het systematisch vervangen van onderdelen (bijvoorbeeld O-ringen) die aan slijtage onderhevig zijn. Deze instructies zijn ook opgenomen in de levensduurdatabank.

Bij de bestelling van nieuwe onderdelen wordt gebruikgemaakt van de beschrijvingen in het SAP-systeem. De veiligheidsgebonden onderdelen worden met QA gemarkeerd, en de beschrijving vermeldt de ontwerpspecificaties en kwalificatievereisten. Het lokale *competence center* zorgt voor de screening van de aankooporders.

6.3.3 Assessment

6.3.3.1 Algemene bevindingen

De levensduurdatabank, onderhoudsstrategiedocumenten en RSQ zijn de sterktes in het kwalificatiebeheer van Doel 1&2. De beheersystemen worden ook permanent geüpdatet.

In het kader van LTO zijn de RSQ systematisch uitgebreid voor de veiligheidsgebonden EI&C. Er is een Q-lijst in opbouw voor de gekwalificeerde veiligheidsgebonden mechanische en EI&C-uitrustingen.

Bij de opleiding van het onderhoudspersoneel wordt reeds in een vroeg stadium gewezen op het belang van een correcte naleving van de *best practices*. De nodige instructies zijn opgenomen in de onderhoudsprocedures.

De kwalificatievereisten bij de aankoopinstructies worden gevalideerd door de betrokken experts voor ze aan de leveranciers worden overgemaakt.

6.3.3.2 Sterktes

Uit het assessment *Equipment Qualification* (SF3) blijkt dat Doel 1&2 over de volgende sterktes beschikt:

- ✓ **Alle relevante kwalificatie-informatie voor EI&C is terug te vinden in de RSQ-systematiek die vervolledigd wordt in het kader van LTO**

De RSQ geven een samenvatting van alle relevante informatie met betrekking tot de kwalificatie van de EI&C-uitrustingen, inclusief de speciale onderhoudsvoorschriften voor de onderdelen met een beperkte levensduur of onderhevig aan veroudering (*Ageing*). Er zijn regelmatig audits voorzien om de rapporten actueel te houden en om de leveranciers (opnieuw) te kwalificeren.

In het kader van LTO *Ageing* is een *scoping* uitgevoerd van de veiligheidsgebonden EI&C-uitrustingen volgens 10 CFR 54.4 [REF SF3-3]. Het bereik van de RSQ-systematiek wordt vervolledigd. Indien nodig worden nieuwe RSQ opgesteld, worden ze aangepast (kwalificatieverlenging) of worden uitrustingen geheel of gedeeltelijk vervangen door uitrustingen met RSQ.

✓ **De onderhoudsprocedures zijn in lijn met de RSQ**

De recente onderhoudsstrategiedocumenten brengen de onderhoudsprocedures in lijn met de RSQ.

✓ **De Q-lijst van gekwalificeerde veiligheidsgebonden uitrustingen wordt uitgebreid**

De lijst van gekwalificeerde veiligheidsgebonden uitrustingen omvat de mechanische en EI&C-uitrustingen met inbegrip van kabels en connectoren. De lijst maakt het mogelijk om de vereiste en verworven kwalificatie te vergelijken. Er wordt ook een lijst opgesteld met alle instrumentatieketens met een veiligheidsfunctie, de zogenoemde 1E¹-ketens, waarvan de functies terug te vinden zijn in het Veiligheidsrapport. De omgevingscondities voor de verschillende uitrustingen worden in kaart gebracht.

✓ **De levensduurdatabank bevat de gekwalificeerde levensduur voor de gekwalificeerde I&C-componenten**

De levensduurdatabank combineert de onderhoudsschema's met de kwalificatievereisten voor de componenten die onderhevig zijn aan slijtage of veroudering. Deze databank is opgesteld voor het beheer van het onderhoud en bevat de veiligheidsgebonden I&C-componenten.

6.3.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF3 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF3-1: Opstellen van kwalificatierapporten voor de actieve veiligheidsgebonden pompen en ventilatoren**

Opstellen van kwalificatierapporten voor alle actieve veiligheidsgebonden pompen en ventilatoren aan de hand van bestaande stressrapporten, testrapporten en informatie van de originele fabrikant. Gelijkaardige actie als **D3-SF3-1, D4-SF3-1**.

✓ **SF3-2: Opstellen van kwalificatierapporten voor alle actieve veiligheidsgebonden afsluiters met hun aandrijving**

Aan de hand van bestaande kwalificatierapporten en informatie van de originele fabrikant nagaan of de combinatie van afsluiter en aandrijving voldoende gekwalificeerd is. Gelijkaardige actie als **D3-SF3-2, D4-SF3-2**.

¹ Deze 1E-ketens voldoen aan strenge vereisten opgelegd door RG en IEEE-standaarden. Ze worden opgedeeld in drie categorieën: 1E1, 1E2 en 1E3, afhankelijk van hun veiligheidsbelang. In categorie 1E1 zitten onder meer de reactorbeveiligingssysteem en de controle en bediening van de aandrijving van de veiligheidsuitrustingen. Categorie 1E2 wordt toegekend aan onder meer de instrumentatie die niet noodzakelijk is voor de goede werking van een veiligheidsfunctie of waarvan een defect manueel gecorrigeerd kan worden. Onder categorie 1E3 vallen onder meer de niet-prioritaire vergrendelingen en onbeschikbaarheidssignalen. Voor een lagere categorie kunnen de eisen op het vlak van kwalificatie en onderhoud versoepeld worden.

✓ **SF3-3: De lijst van de 1E3-meetinstrumenten up-to-date brengen en valideren**

Overwegen om deze 1E3-lijst op te nemen in het Veiligheidsrapport zoals 1E1 en 1E2. De levensduurdatabank of zijn opvolger (Q-lijst) aanvullen indien nodig. Gelijkaardige actie als **D4-SF3-4**.

6.3.3.4 Actieplan PSRII Doel 3

In het actieplan PSRII Doel 3 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werd onderstaande actie geselecteerd:

✓ **D3-SF3-6: Controle elastomeren buiten reactorgebouw op stralingsbestendigheid (SF3-extra 2)**

Voor de elastomeren in kritische componenten buiten het reactorgebouw wordt er geverifieerd dat de berekende dosis in ongevalsomstandigheden lager ligt dan de voor deze elastomeren toegelaten dosis.

6.3.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

Er is een interface met **LTO Ageing** betreffende de scoping van veiligheidsgebonden uitrustingen en hun IPA, en met het **RCM-concept** betreffende het geoptimaliseerd onderhoud van deze uitrustingen. Beide interfaces zijn beschreven onder **SF4**.

6.3.4 Werkwijze

In de beoordeling van het kwalificatieprogramma van Doel 1&2 zijn vijf stappen gevolgd, conform de bepalingen in IAEA SRS-3 [REF SF3-1]:

1 Bepalen van de scope van het assessment.

Het assessment *Equipment Qualification* (SF3) is uitgevoerd op de actieve mechanische componenten (ventilatoren, pompen en afsluiters met hun aandrijving) die rechtstreeks geïnstalleerd zijn op een selectie van 33 van de belangrijkste veiligheidsgebonden kringen en hun ondersteunende systemen. De geselecteerde kringen omvatten de drie fundamentele veiligheidsfuncties en behandelen zowel eerste- als tweede-niveausystemen:

- Beheersing van de reactiviteit: CV, PB, RJ,...
- Warmteafvoer van de kern: AFW, CC, EC, EF, FW, MS, PL, PR, RC, SC, SI,...
- Insluiting van radioactieve stoffen: EV, SP, VE,...

Onderstaande componenten maken geen deel uit van het assessment omdat de kwalificatie rechtstreeks gelinkt is aan het ontwerp, de constructie, de inspectie en de testen volgens de toepasbare codes:

- Manueel bediende kleppen.
- Veerbediende terugslagkleppen.
- Veiligheidskleppen (behalve de kleppen van het drukregelvat en de stoomgeneratoren).
- Passieve componenten zoals opslagtanks, warmtewisselaars, leidingen, toebehoren en structuren.

Voor de geselecteerde systemen is een lijst opgesteld van de actieve mechanische componenten waarvan de kwalificatie geëvalueerd moet worden. Deze componenten zijn gegroepeerd per familie en per type, conform de *commodity grouping* in NEI 95-10 [REF SF3-2]. Om de verschillende fabrikanten binnen dezelfde componentenfamilie van elkaar te kunnen onderscheiden, is ook met subgroepen gewerkt.

De EI&C-componenten zijn reeds stelselmatig onderzocht in het kader van LTO.

2 Uitvoeren visuele inspecties.

Indien de geïnstalleerde component niet volledig overeenkwam met de gekwalificeerde component in de levensduurdatabank of in SAP, zijn visuele inspecties (*spot checks*) uitgevoerd om duidelijkheid te verschaffen.

3 Afwegen actuele en vereiste kwalificatie.

Voor de verschillende componentenfamilies is de afweging gemaakt tussen de actuele kwalificatie en de vereiste kwalificatie zoals vastgelegd in het ontwerp. De actuele kwalificatie berust op de initiële kwalificatie door de constructeur, zoals opgenomen in de bijbehorende documentatie, en op het onderhoud. Bij dat laatste is het belangrijk dat de onderhoudsvoorschriften toepasbaar zijn op onderdelen met een beperkte levensduur of onderdelen die onderhevig zijn aan veroudering, zoals dichtingen, pakkingen, O-ringen, vet en olie. Voor de I&C-componenten zijn de onderhoudsvoorschriften opgenomen in de levensduurdatabank.

4 Evalueren kwalificatieproces.

De borging van het kwalificatieproces is geëvalueerd. Daartoe zijn onder de loep genomen: aankoopprocedures, preventieve onderhoudsprocedures, instructies en bijscholing op het vlak van *Equipment Qualification*.

5 Identificeren sterktes en mogelijke verbeteringen.

6.4 Ageing (SF4)

Het assessment *Ageing* (SF4) maakt duidelijk dat het *Ageing Management Program* (AMP) van Doel 1&2 volledig in lijn is met de internationale regelgeving. Het staat garant voor een adequaat beheer van de veroudering en obsolescentie van de veiligheidsgebonden systemen, structuren en componenten (SSC). In het kader van LTO is het AMP voor de veiligheidsgebonden SSC in detail geanalyseerd en vervolledigd met de kennis over de verouderingsfenomenen. De kriticiiteit van de actieve SSC is bepaald in het kader van het systematische *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

6.4.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Ageing* (SF4) gaat na of het *Ageing Management Program* (AMP) de veiligheidsfuncties van de nucleaire installaties garandeert gedurende hun volledige levensduur. *Ageing* slaat in deze op de toekomstige toestand en bestrijkt zowel de fysieke als de technologische veroudering van de systemen, structuren en componenten (SSC). *Ageing* omvat zowel 'veroudering' (er is nog een vervangstuk beschikbaar) als 'obsolescentie' (er is geen origineel vervangstuk meer beschikbaar). Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review is to determine whether ageing in a nuclear power plant is being effectively managed so that the required safety functions are maintained, and whether an effective ageing management program is in place for future plant operation."

IAEA NS-G-2.10 [REF ALG-1]

Opmerking: De actuele toestand van de SSC is het onderwerp van SF2 (*Actual Condition of Systems, Structures and Components*). Het kennisbeheer rond *Ageing* wordt behandeld onder SF12 (*The Human Factor*).

6.4.2 Evolutie van de centrale

De laatste tien jaar heeft Electrabel verschillende inspanningen geleverd op het vlak van *Ageing Management* (verouderingsbeheer) van de SSC. Hieronder volgt een overzicht van de belangrijkste evoluties.

6.4.2.1 Ageing Management Program (AMP)

Bij de opstart van Doel 1&2 (1975) was er nog geen formeel AMP. Wel werd al snel gewerkt rond specifieke thema's zoals verbrossing van de reactorkuip, *Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking* (IASCC) van de *baffle bolts*, spanningscorrosie op de leidingen van de stoomgenerator, vermoeidheid door thermische stratificatie in de expansieleiding van het drukregelvat, enz.

AMP vanaf 2004

In 2004 voert Electrabel voor het eerst een gestructureerd AMP in, conform de *IAEA Safety Guide NS-G-2.12* [REF SF4-1]. Het programma bestrijkt de kerncentrales van Doel en Tihange. De uitvoering ervan wordt ondersteund door Tractebel Engineering en Laborelec, en sinds 2009 wordt het ook van nabij gevolgd door Electrabel Corporate. Het programma is als volgt georganiseerd:

- Experts identificeren en evalueren de op te volgen verouderingsproblemen en stellen een passende aanpak voor op middellange en lange termijn.
- Vertegenwoordigers van het AMP zijn verantwoordelijk voor de uitvoering en opvolging van de gevalideerde strategieën binnen hun organisatie. Ze bestrijken daarbij vijf domeinen:
 - Primaire mechanische uitrusting
 - Secundaire mechanische uitrusting
 - Gebouwen
 - Elektrische installaties
 - I&C-systemen

Opmerking: Een zesde domein – ventilatie, brandbeveiliging en bescherming tegen overstroming – is pas recent geïdentificeerd. De eerste *deliverables* zijn in voorbereiding.

- Het *Ageing Coordination Committee* is verantwoordelijk voor de opvolging van de AMP-*deliverables* en legt de prioriteiten vast. Het comité valideert de voorgestelde strategieën voor de belangrijkste verouderingsproblemen, en legt ze ter bespreking voor aan het *Strategic Committee on Nuclear Safety Projects* (SCNSP).

Ageing Summaries en AMP

De belangrijkste *deliverables* van het AMP zijn de *Ageing Summaries* (AS) en de AMP's die specifiek voor de passieve SSC ontwikkeld zijn in het kader van LTO.

- De AS behandelen een mogelijk degradatieverschijnsel dat wordt vastgesteld bij een welbepaalde component of groep van componenten. Ze geven een samenvatting van het technische probleem en de bijbehorende risico's, de inspectietechnieken, de corrigerende maatregelen, de specifieke locatie van de component in de centrale en de aanbevelingen in het kader van de veroudering. Ze worden ook regelmatig bijgewerkt – de frequentie is afhankelijk van de degradatieverschijnselen.
- De AMP's vormen een verzameling te implementeren maatregelen in het kader van het verouderingsbeheer van een bepaald type systeem (bijvoorbeeld koelwatersysteem in een gesloten kring), een structuur (bijvoorbeeld gebouw in beton), een component (bijvoorbeeld elektrische kabels) of een hoofdcomponent (bijvoorbeeld reactorkuip) of van een specifiek verouderingsfenomeen (bijvoorbeeld *flow accelerated corrosion*). De AMP's hebben tot doel het optimaal beheer van de verouderingseffecten te garanderen.

Andere facetten

Het AMP behandelt ook expliciet een aantal van de actieve en passieve veiligheidsgebonden componenten waarvan de mogelijke falen een grote impact heeft op de *Core Damage Frequency* (CDF), de maatstaf voor de probabiliteit dat een incident schade aan de splijtstof kan veroorzaken. Deze CDF wordt uitgedrukt in de PSA-matrix (*Probabilistic Safety Assessment*).

Naast het *Ageing*-proces (veroudering) steunt het verouderingsbeheer ook op andere processen, waaronder de SHR (rapporten over de gezondheid van de systemen). De belangrijkste mechanische veiligheidsgebonden systemen in de scope van LTO worden behandeld in de SHR. Dit houdt in dat de actuele toestand van deze systemen periodiek bepaald wordt. Dit laat toe om zaken die potentieel gerelateerd zijn aan veroudering te identificeren en correctieve acties te lanceren.

Die verschillende processen worden geïntegreerd en gecoördineerd om aldus via een *plan do check act*-benadering (Plannen-Implementeren-Controleren-Handelen) te komen tot een proces van continue verbetering. De interactie biedt nog ruimte voor verbetering.

6.4.2.2 Long Term Operation (LTO)

In de periode voorafgaand aan de LTO-visie steunde het AMP van Doel 1&2 op binnen- en buitenlandse ervaringen en op de deskundige beoordeling aan de hand van specifieke criteria, zoals het belang voor de nucleaire veiligheid en de beschikbaarheid van de centrale. Het LTO-project, dat in 2008 van start ging, leidde in juni 2012 tot een finaal rapport [REF ALG-10] gericht aan het FANC en Bel V.

Van LTO naar DSZ naar LTO

In juli 2012 besliste de regering om de uitbating van Doel 1&2 respectievelijk op 15 februari en 1 december 2015 stop te zetten. Na deze beslissing werd het DSZ-project (Definitieve Stopzetting) opgestart. Dit had belangrijke gevolgen:

- De lopende projecten werden bijgestuurd in functie van de overblijvende uitbatingduur. Dit gebeurde onder toezicht van de Electrabel-afdeling Fysische Controle en Bel V.
- Een groot deel van de lopende projecten, vooral de LTO-acties, werd stopgezet.

Eind 2014 was Electrabel klaar om de elektriciteitsproductie in Doel 1&2 stop te zetten en te beginnen met de ontmanteling van beide centrales. Op 18 december 2014 besliste de federale regering om de langetermijnuitbating toch in overweging te nemen.

Dit heeft tot gevolg gehad dat het DSZ-project onmiddellijk is stopgezet en het LTO-project onmiddellijk is herstart. De projectportfolio is vanuit de LTO-visie opnieuw geëvalueerd en er is een aangepast actieplan opgesteld. Rekening houdend met de relatief korte tijdsspanne vóór de doorstart heeft elke actie een prioriteit meegekregen afhankelijk van de impact ervan op de nucleaire veiligheid.

LTO Ageing

De bedoeling van LTO *Ageing* is aan te tonen dat alle SSC van Doel 1&2 hun veiligheidsfuncties zullen blijven vervullen gedurende de hele levensduur (tot 2025). De LTO-benadering toegepast in Doel 1&2 behandelt zowel de actieve als de passieve componenten.

Passieve SSC

Het proces dat voor de passieve SSC is gevolgd, is gebaseerd op het Amerikaanse U.S. NRC 10 CFR 54 *Integrated Plant Assessment* (IPA) [REF SF4-2]. De veroudering van de passieve SSC relevant voor LTO wordt beheerd door specifieke AMP's. Deze AMP's beschrijven in welke mate de verouderingsfenomenen een invloed hebben op de weerstand van de SSC. Op enkele uitzonderingen na zijn deze AMP's gebaseerd op AMP's bepaald in NUREG-1801

voor PWR (drukwaterreactor) [REF SF4-3]. De AMP's zijn opgesteld na identificatie van de risicozones specifiek voor Doel 1&2.

Gedurende het hele LTO/AME-proces (*Ageing Management Evaluation* – laat toe om de AMP's van de componenten bij te sturen) zijn preventieve en correctieve acties geïdentificeerd zodat de veiligheidsfunctie van de SSC gegarandeerd blijft voor de volledige duur van de langetermijnuitbating. Het LTO *Ageing* van de passieve SSC wordt beheerd via de implementatie van actieplannen, geïdentificeerd gedurende het AME/IPA-proces.

Voor sommige systemen en componenten (zoals leidingen en warmtewisselaars) bestaat een initiële TLAA (*Time Limited Ageing Analysis*), opgesteld tijdens de ontwerpfase op basis van een uitbating van bepaalde duur (bijvoorbeeld verbrossing van de reactorkuip, voorspanning van het primaire omhulsel). Een evaluatie van de status van deze initiële TLAA en de actualisering ervan voor meer dan 40 jaar uitbating, is uitgevoerd in het kader van de LTO-precondities. Deze evaluaties hebben aangetoond dat de verbrossing van de kuip verenigbaar is met een levensduurverlenging naar 50 jaar en dat de veiligheidsfuncties en de veiligheidsmarges behouden blijven gedurende deze periode van langetermijnuitbating.

Actieve SSC

Het verouderingsbeheer van de actieve SSC relevant voor LTO wordt beheerd in het kader van de onderhoudsstrategie. Als onderdeel van het LTO-project zijn de actieplannen en onderhoudsstrategieën systematisch geanalyseerd, en indien nodig worden ze nog aangepast:

- De actieve uitrustingen zijn onderworpen aan een *cross-check* om na te gaan of de scope van de RCM-oefening wel volledig was.
- Voor gekwalificeerde EI&C-uitrustingen is een specifiek AME-proces geïmplementeerd ondersteund door het RSQ-proces (*Rapport Synthétique de Qualification*). Er zijn specifieke acties voorzien om te verzekeren dat de kwalificatie kan behouden worden of dient vernieuwd te worden.

Obsolescentie

Bij Doel 1&2 wordt de problematiek van de 'obsolescentie' beheerd via onderstaande processen en procedures:

- Het 'proces voor obsoleete uitrustingen' beschrijft de detectie van obsolescentie en de passende maatregelen die genomen moeten worden.
- Er is een procedure die de functies en acties beschrijft die genomen moeten worden door de *MRP Controllers* (*Material Requirements Planning*) en door *QAA* (*Quality Assurance Aankoop*).
 - De *MRP Controllers* staan in voor het beheer van een serie van wisselstukken met betrekking tot stock inventaris, technische documentatie, enz. zodat de continuïteit van de voorraad gegarandeerd blijft.
 - De *QAA* houdt zich bezig met de *Quality Assurance* van de wisselstukken.
- De procedure voor preventief onderhoud van wisselstukken beschrijft de maatregelen die genomen moeten worden om kwaliteitsverlies van wisselstukken gedurende de stockageperiode tegen te gaan.
- Het proces *Critical Suppliers* (Kritische Leveranciers) garandeert de continuïteit betreffende de levering van kritische wisselstukken.

De bestaande Doel 1&2-databanken voor het onderdelenbeheer worden ook gebruikt om de mate van veroudering van de onderdelen na te gaan. De link tussen een bepaalde

component waarvan de locatie bekend is en de bijbehorende onderdelen staat aangegeven in de *Bill of Material* (BOM) van de component.

6.4.3 Assessment

6.4.3.1 Algemene bevindingen

Electrabel beschikt over een overkoepelend **AMP** dat alle verouderingsfenomenen omvat en dat toelaat deze te beheren in lijn met de *IAEA Safety Guide NS-G-2.12* [REF SF4-1]. Het AMP is in het kader van LTO ontwikkeld conform NUREG-1801 [REF SF4-3] en betreft de passieve SSC. De verschillende AMP's op het niveau van de componenten zijn op basis van de *IAEA Safety Guide NS-G-2.12* [REF SF4-1] en de interne en bestaande AS ontwikkeld om een optimaal beheer van de verouderingseffecten te garanderen. De veroudering van de actieve SSC relevant voor LTO wordt beheerd aan de hand van RCM en SHR zoals beschreven bij SF2.

De problematiek van de **obsolescentie** blijft een aandachtspunt. Er zijn reeds verschillende processen uitgetekend om tegemoet te komen aan de problematiek van de obsolescentie: bijvoorbeeld proces 'Kritische Leveranciers', proces voor preventief onderhoud van wisselstukken, enz. Een algemeen proactief programma wordt momenteel ontwikkeld op *corporate* niveau en zal binnenkort opgestart worden.

6.4.3.2 Sterktes

✓ Het AMP van Doel 1&2 is volledig

Er is in het kader van LTO voor Doel 1&2 geopteerd voor een systematische benadering om het toepassingsgebied van het AMP te bepalen: *Scoping, Screening, Ageing Management Review*, ontwikkeling van de AMP's, enz. Het AMP van Doel 1&2 is bijgevolg volledig; het steunt op talrijke bestaande processen: onderhoud, *operations*, bewakingsprogramma's, *in-service inspections*, enz.

✓ Er is een systematische benadering om het toepassingsgebied van het AMP te bepalen

De methode die voor LTO *Ageing* is toegepast, is gebaseerd op het IPA-proces, een internationaal aanvaard LTO-proces voor verouderingsbeheer van passieve SSC. De veroudering van actieve en passieve SSC voor langetermijnutbating, relevant voor de mechanische, structurele en EI&C-domeinen, wordt beheerd in het kader van de onderhoudsstrategie. Dit houdt in dat de plannen en onderhoudsstrategieën grondig en systematisch geanalyseerd zijn. Ze zullen worden aangepast, waar dit noodzakelijk is.

✓ Er bestaan System Health Reports voor de belangrijkste mechanische systemen

De uitrustingen van een systeem waarvoor een SHR bestaat worden periodiek geëvalueerd. Dit laat toe om verouderingsverschijnselen vast te stellen en tijdig correctieve acties op te starten.

✓ De onderhoudsplannen zijn geoptimaliseerd via het RCM-project

De RCM-oefening is op een grondige manier gebeurd. Zo zijn bijvoorbeeld de onderhoudsplannen voor de veiligheidsgebonden SSC geoptimaliseerd op basis van een

systematische analyse van de potentiële faalmodi, inclusief de faalmodi gerelateerd aan veroudering.

✓ **Het project 'Kritische Leveranciers' verzekert de beschikbaarheid van wisselstukken voor de veiligheidstuigen**

Het project 'Kritische Leveranciers', beheerd door Electrabel Corporate, omvat langlopende contracten en overeenkomsten met kritische leveranciers van mechanische en EI&C-onderdelen. Op die manier is de levering van onderdelen gegarandeerd.

6.4.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Voor SF4 zijn geen acties in het actieplan opgenomen. LTO *Ageing* heeft reeds de nodige verbeteringen van het verouderingsbeheer geïdentificeerd. Die verbeteringen zijn opgenomen in het lopende LTO-actieplan, waaronder de preventieve vervanging van componenten.

6.4.3.4 Actieplan PSRII Doel 4

In het actieplan PSRII Doel 4 zijn meerdere verbeteringen geselecteerd die van toepassing zijn op de volledige site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan voor Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werd onderstaande actie geselecteerd:

✓ **D4-SF4-10: Noodzaak evalueren en zo nodig opstellen van een Ageing Summary voor rubber balgen en leidingen**

De keuze wordt gemaakt in het *Ageing*-coördinatiecomité. Het betreft hier de kritische rubber balgen en de kritische flexibele leidingen.

6.4.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

In het kader van **LTO Ageing** is voor Doel 1&2 een systematische methode ontwikkeld om de scope van het AMP te bepalen: *scoping, screening, Ageing Management Review*, ontwikkeling van AMP's, enz.

De twee meest relevante programma's met betrekking tot het verouderingsbeheer zijn het AMP en de SHR. Het SHR-proces vormt een belangrijke hoeksteen van het systeem voor het beheer van de actuele toestand van de SSC. Het assessment van dit SHR-proces is in het evaluatieverslag van **SF2** opgenomen.

Aspecten van het kennisbeheer rond veroudering komen aan bod bij **SF12**.

6.4.4 Werkwijze

Bij het assessment *Ageing* (SF4) zijn de volgende vijf stappen gevolgd:

- 1 Aftoetsen van het AMP aan de IAEA Safety Guide NS-G-2.12 [REF SF4-1], meer bepaald met betrekking tot:
 - Algemeen beleid dat de scope, de doelstellingen, activiteiten en verantwoordelijkheden voor alle relevante units bepaalt, inclusief alle bijbehorende programma's en activiteiten.

- *Staffing, resources* en trainingen .
 - *Plan do check act*-benadering in de verschillende units.
 - Prestatie-indicatoren en *self assessments* die het mogelijk maken de effectiviteit van het beheersysteem periodiek te evalueren.
- 2** Evalueren van de scope van de SSC die opgenomen zijn in het AMP, en dit op basis van:
- *Ageing Summaries*.
 - On-site screening met betrekking tot verouderingsfenomenen van bestaande databases: *Corrective Orders, Justifications for Continued Operation (JCO), Repair and replacement database*, Onbeschikbaarheidsfiches (OBF), Wijzigingsfiches (WF), Meldingsfiches (MF).
- 3** Onderzoeken van de kwaliteit van het AMP ten opzichte van de *IAEA Safety Guide NS-G-2.12* [REF SF4-1] met betrekking tot:
- Tijdig detecteren en afzwakken van verouderingsprocessen en/of effecten van degradatie.
 - Aanvaardingscriteria om de behoefte aan aangepaste corrigerende maatregelen te bepalen.
- 4** Evalueren van het beheer van de veroudering van veiligheidsgebonden SSC.
- 5** Opstellen overzicht van de verouderingsfenomenen van de belangrijkste SSC voor de nucleaire veiligheid, en van de impact hiervan op hun toestand in de komende jaren.
- 6** De sterke punten en mogelijke verbeteringen zijn geïdentificeerd voor elk van de voorgaande stappen.

6.5 Deterministic Safety Analysis (SF5)

Doel 1&2 beschikt over de 105 deterministische veiligheidsanalyses die zijn aanbevolen door de U.S. NRC en WENRA, en dekt daarmee zowat alle ontwerp- en buitenontwerpongevallen. Daarbovenop zijn nog vier buitenontwerpongevallen onderzocht. Het assessment *Deterministic Safety Analysis* (SF5) toont ook aan dat de koeling van de reactor gedurende een lange tijd verzekerd is na een ontwerpongeval en de koude stilstand die erop volgt. Sinds de eerste Tienjaarlijkse Herziening is Electrabel actief betrokken bij het beheer van zware ongevallen. Dat resulteert onder meer in de installatie van passieve autokatalytische waterstofrecombinatoren in de reactorgebouwen, een wereldprimeur. De deterministische veiligheidsanalyses tonen ook aan dat het *defence in depth*-principe geborgd is door het ontwerp en het beheer van de systemen en procedures.

6.5.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Deterministic Safety Analysis* (SF5) evalueert de deterministische veiligheidsanalyses van Doel 1&2 op het vlak van:

- De volledigheid van de onderzochte initiële gebeurtenissen (transiënten, incidenten, enz.).
- De actuele toestand van de centrale.
- De geldende regelgeving van de U.S. NRC [REF SF5-2][REF SF5-6], het IAEA [REF SF5-5][REF SF5-7][REF SF5-8][REF SF5-9], WENRA [REF SF5-3][REF SF5-4] en de goede praktijken voor gebruikte methodes en computercodes.

De evaluatie dekt ontwerpongevallen, buitenontwerpongevallen en zware ongevallen, en gaat ook na of het ontwerp en beheer het *defence in depth*-principe garanderen. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review of the deterministic safety analysis is to determine to what extent the existing deterministic safety analysis remains valid when the following aspects have been taken into account: actual plant design; the actual condition of SSCs and their predicted state at the end of the period covered by the PSR; current deterministic methods; and current safety standards and knowledge. In addition, the review should also identify any weaknesses relating to the application of the defence in depth concept."

IAEA NS-G-2.10 [REF ALG-1]

6.5.2 Evolutie van de centrale

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de belangrijkste evoluties die de deterministische veiligheidsanalyses hebben gekend sinds het ontwerp (1975) van Doel 1&2, en in het bijzonder sinds de vorige TJH (2005).

6.5.2.1 Deterministische veiligheidsanalyses sinds het ontwerp

Ontwerpongevallen

Bij het ontwerp van Doel 1&2 is uitgegaan van een verzekerd thermisch reactorvermogen van 1192 MWth. Deze waarde is ook gebruikt als basis voor de ongevalsstudies. Bij de dimensionering van de veiligheidsorganen en de beveiligingssystemen werd conservatief gerekend met een vermogen van 1335 MWth. Dit vermogen is ook gebruikt als basis voor de evaluatie van de radiologische gevolgen van de ongevallen. In het Veiligheidsrapport van Doel 1&2 zijn de ontwerpongevallen bestudeerd op basis van de toen geldende criteria.

Eerste TJH

In het kader van de eerste TJH (1985) van Doel 1&2 zijn vijf extra ontwerpongevallen bestudeerd. En er is bijkomend onderzoek gedaan:

- Er is nagegaan of de voordien uitgevoerde studies nog geldig waren. Ook de berekeningsmethodes zijn toen onderzocht.
- Er is een vergelijking gemaakt tussen Doel 1&2 en de aangenomen hypothesen voor Doel 3&4.
- Er is een generiek veiligheidsdossier van de herladingen opgesteld. Dit dossier heeft het mogelijk gemaakt om voor elke cyclus te garanderen dat de waarden van de belangrijkste parameters binnen de grenswaarden van de ongevalsstudies blijven.
- In het kader van het UPI-project (*Upper Plenum Injection*) zijn de LOCA-studies (*Loss Of Coolant Accident*) en de stoomleidingbreuk bij warme stilstand opnieuw onder de loep genomen, teneinde de goede werking van de veiligheidsinjectie in het *upper plenum* van de kern aan te tonen.

Tweede TJH

In het kader van de tweede TJH (1995) van Doel 1&2 is een lijst opgesteld van opnieuw uit te voeren ongevalsstudies. Het betreft de studies die voorkomen in hoofdstuk 15 van het Veiligheidsrapport van de vier laatst gebouwde Belgische eenheden, met uitzondering van de studies die reeds uitgevoerd waren in het kader van de UPI-wijziging. De studies zijn opnieuw uitgevoerd om dezelfde graad van nauwkeurigheid te bereiken zoals in de meest recente studies van de meest recente Belgische eenheden.

De vervanging van de stoomgeneratoren en de vermogenstoename (VSGP+ Doel 1 in 2009 en VSGP+ Doel 2 in 2004) impliceerden de opstelling van een studieprogramma om het nieuwe maximale vermogen te rechtvaardigen. De bedoeling was om het vermogen tot 110 % van het oorspronkelijke vermogen te verhogen, rekening houdend met een cyclus van 12 maand en de *stretch-out* voorwaarden (werking bij lager vermogen). Dit heeft geleid tot een actualisatie van de studies van een aanzienlijk aantal ontwerpongevallen.

Buitenontwerpongevallen en zware ongevallen

Bij de eerste TJH is een reeks ongevallen geanalyseerd die niet in rekening gebracht waren bij het ontwerp (onderwerp 15.2). Bovendien is een bijkomend scram-sigitaal (AMSAC) geïmplementeerd teneinde de gevolgen van een transiënt zonder noodstop (*Anticipated*

Transient Without Scram (ATWS)) te beperken. Het AMSAC-signaal geeft een bijkomende noodstop en start het hulpvoedingswater naar de stoomgeneratoren.

Na de kernramp van Three Mile Island (1979) zijn specifieke zware-ongevallenstudies uitgevoerd waarbij kernbeschadiging verondersteld wordt, gevolgd door de invoering van volgende risico-verminderende maatregelen:

- Installatie van autokatalytische waterstofrecombinatoren in het reactorgebouw (wereldprimeur).
- Ontwikkeling van specifieke procedures voor het beheer van zware ongevallen (BK-procedures) gebaseerd op generieke procedures van Westinghouse, de zogenoemde SAMG (*Severe Accident Management Guidelines*).
- Ontwikkeling van de probabilistische veiligheidsanalyse (PSA-niveau 1 en 2) als aanvulling op de deterministische analyses.
- Deelname aan internationale R&D-programma's inzake zware ongevallen, zoals ACE (*Advanced Containment Experiments*) en MACE (*Melt Attack and Coolability Experiments*), beide georganiseerd door de EU.

In het kader van de derde TJH zijn de specifieke procedures voor het beheer van zware ongevallen (BK) gevalideerd en verbeterd, en dit door middel van computersimulaties en rollenspel. Bij de simulaties is nagegaan of de organisatie wel voldoende vertrouwd is met de BK-procedures en of de interventies zoals vastgelegd toereikend zijn om een zwaar ongeval te beheren.

6.5.2.2 Deterministische veiligheidsanalyses de laatste tien jaar

Uitdiepen van de ontwerpgevallen

In het kader van het *reracking*-project zijn nieuwe *racks* geïnstalleerd in het splijtstofopslagbekken. Het ontwerp van deze *racks* is gevalideerd door een thermo-hydraulische analyse.

In het kader van het BEST-project is een thermo-hydraulische studie van de werking van de hevelstop van het splijtstofopslagbekken uitgevoerd.

Uitdiepen van de buitenontwerpegevallen

De WENRA-publicatie van de *Reactor Safety Reference Levels* (2008) is de basis voor het *Belgian Action Plan for the WENRA Reactor Safety Harmonization*. Als deel van dat actieplan zijn vier buitenontwerpegevallen in detail geanalyseerd:

- Verlies van de koeling van het splijtstofopslagbekken.
- Verlies van de nakoelkring (SC) tijdens de stilstand van de reactor.
- Verlies van primair koelmiddel en bijkomend verlies van veiligheidsinjectie.
- Langdurig verlies van de veiligheidssystemen na een ontwerpgeval.

In het kader van het BEST-project zijn verdere buitenontwerpegevallen geanalyseerd, onder meer de LOCA in het splijtstofopslagbekken.

Versterken van het beheer van zware ongevallen

Zowel de update van de PSA-niveau 2 (radiologische impact) als de internationale R&D-programma's zoals SARNET (*Severe Accident Research NETwork for excellence*) en MCCI (*Molten Core Concrete Interaction*) hebben toegelaten om de mechanismen tijdens een zwaar ongeval voor Doel 1&2 beter te beoordelen.

Als onderdeel van het BEST-actieplan zijn bijkomende middelen (mobiele pompen, mobiele elektrische voedingen, enz.) voorzien om beter gewapend te zijn tegen zware ongevallen. De installatie die een gefilterde drukverlaging van het reactorgebouw zal toelaten, is in voorbereiding (*Containment Filtered Vent System*).

6.5.3 Assessment

6.5.3.1 Algemene bevindingen

Analyse ontwerpgevallen

Doel 1&2 beschikt over de 105 deterministische veiligheidsanalyses die zijn aanbevolen door de U.S. NRC en WENRA, en dekt daarmee zowat alle ontwerp- en buitenontwerpgevallen. Wat ook blijkt is dat de analyses volledig conform de internationale regelgeving zijn verlopen.

De gebruikte computercodes, die hoofdzakelijk afkomstig zijn van Framatome, Westinghouse en Tractebel Engineering, zijn gevalideerd voor hun toepassing in de deterministische veiligheidsanalyses. Ze zijn geauditeerd door Bel V. De Tractebel Engineering-codes (RELAP5, COBRA-3CP, PANTHER, TRAPCON, TRAPSCO) zijn volledig gedocumenteerd. Hun gebruiksprocedures tonen aan hoe onzekerheden in de simulaties behandeld moeten worden.

De veilige eindtoestand van de centrale volgend op een ontwerpgeval is eveneens vastgelegd. Dit is de zogenoemde koude stilstand waarbij de kern gekoeld wordt door de SC-kring en de temperatuur in de primaire kring minder dan 95°C bedraagt. Het assessment van SF5 toont aan dat er voldoende watervoorraad beschikbaar is om de stoomgeneratoren te blijven voeden. De vereiste onderkriticiteit van de kern blijft tijdens de afkoeling gegarandeerd. De radiologische gevolgen eigen aan de transitie naar de koude stilstand zijn aanvaardbaar bij alle ontwerpgevallen.

Analyse buitenontwerpgevallen

Uit het assessment van SF5 blijkt dat de volledige lijst van buitenontwerpgevallen conform de internationale referenties is onderzocht. Deze lijst is samengesteld op basis van het onderwerp 15.2 van de eerste TJH, het *Belgian Action Plan for the WENRA Reactor Safety Harmonization* en het BEST-actieplan. Met het onderzoek naar onder meer de *grace times* en de *cliff edge*-effecten zijn de BEST-analyses bovendien verder gegaan dan gevraagd door WENRA. De analyse van een LOCA in het splijtstofopslagbekken is ook geanalyseerd (niet gevraagd door WENRA).

Analyse zware ongevallen

Het assessment van SF5 toont aan dat Doel 1&2 de zware ongevallen met kernbeschadiging beheert conform de internationale regelgeving, zijnde de *WENRA Reactor Safety Reference Levels* [REF SF5-3] en de *IAEA Safety Guide NS-G-2.15* [REF SF5-8]. Electrabel is sinds jaar en dag actief betrokken bij het zware-ongevallenbeheer, getuige daarvan de invoering van de BK-procedures en de systematische participatie aan de internationale R&D-netwerken.

Toepassing *defence in depth*

Bij de deterministische veiligheidsanalyses zijn de volgende drie niveaus van het *defence in depth*-principe van toepassing:

- Niveau 2: *Control of abnormal operation and detection of failures.*
- Niveau 3: *Control of accidents within the design basis.*
- Niveau 4: *Control of severe conditions including prevention of accident progression and mitigation of the consequences of a severe accident.*

Uit het assessment van SF5 blijkt dat voor elk van deze niveaus het *defence in depth*-principe wel degelijk is toegepast, getuige het ontwerp en het goede beheer van de systemen en procedures.

6.5.3.2 Sterktes

✓ **Het splijststofopslagbekken werd grondiger dan vereist geanalyseerd**

Er is een grondige analyse gemaakt van het verlies van koeling voor het splijststofopslagbekken, alsook van de effecten van het totaal verlies van de uitwendige en interne elektrische voedingen (CSBO). De analyse bevat de berekening van *cliff edge*-effecten en *grace times*. Een LOCA in het splijststofopslagbekken wordt ook in rekening gebracht (niet gevraagd door WENRA).

✓ **Het beheer van zware ongevallen is ondersteund door de actieve deelname aan R&D-programma's**

Uit de proactieve deelname aan internationale R&D-programma's vloeien opvallende verwezenlijkingen voort op het vlak van het zware-ongevallenbeheer. Enkele voorbeelden:

- De invoering van autokatalytische recombinatoren (PAR) in de reactorgebouwen van Doel en Tihange: een wereldprimeur begin jaren 1990.
- Het gebruik van *state of the art* computercodes zoals MELCOR en ASTEC voor het modelleren van fenomenen bij zware ongevallen.
- De vroege ontwikkeling (begin jaren 1990) van een probabilistische veiligheidsanalyse (PSA) om bij een zwaar ongeval de radioactieve bronterm te bepalen en voor de omgeving te beperken.
- De deelname aan internationale projecten van de PWROG die gestart zijn na het ongeval van Fukushima Daiichi, en de implementatie van aanpassingen aan de procedures voor het beheer van zware ongevallen zoals aanbevolen door WOG SAMG.

✓ **Er zijn preventieve beschermingsmaatregelen en detectiemogelijkheden voorzien voor alle ontwerpongevallen klasse III en IV**

Hoofdstuk 15 van het Veiligheidsrapport van Doel 1&2 [REF ALG-8] geeft voor alle ontwerpongevallen (klasse III en IV) een gedetailleerde beschrijving van de preventieve maatregelen en de detectiemogelijkheden die Electrabel voorziet, maar die niet vereist zijn door de internationale referenties.

6.5.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF5 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF5-1: Uitvoeren van een plant-specifieke SGPB-studie**

Uitvoeren van een plant-specifieke SGPB-studie voor Doel 1&2 en deze documenteren in het Veiligheidsrapport.

✓ **SF5-5: Verantwoording van het niet onderzoeken van de operatorfout bij onvrijwillige boorverdunding**

Verantwoording in het Veiligheidsrapport toevoegen die aangeeft dat er op een ontijdige boorverdunding door een operator meerdere waarschuwingen en signalen volgen. Enkel als die genegeerd worden, leidt deze fout mogelijk tot een falen. Het is hierdoor niet nodig om een operatorfout als enkelvoudige fout in rekening te brengen. Gelijkaardige actie als **D3-SF5-4, D4-SF5-5**.

✓ **SF5-15: Uitvoeren van een nieuwe radiologische gevolgstudie voor de voedingswaterleidingbreuk**

Er wordt rekening gehouden met de actuele aannames rond het *spiking*-model, de specifieke primaire activiteit, de maximale lek primair-secundair en de duur van de transiënt. Deze studie wordt gedocumenteerd in het Veiligheidsrapport. Gelijkaardige actie als **D4-SF5-12**.

✓ **SF5-18: Aanvullen van het BK-strategiedocument met Severe Accident-scenario's voor de splijtstofdokken en stilstandtoestanden**

Gelijkaardige actie als **D4-SF5-14**.

6.5.3.4 Actieplan PSRII Doel 3

In het actieplan PSRII Doel 3 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werd onderstaande actie geselecteerd:

✓ **D3-SF5-18: Kwalificeren van de N16-metingen op de stoomleidingen op D3 (SF5-extra 1)**

Het enige overblijvende engagement van de generieke stoomgenerator pijpbreukstudies wordt hiermee afgewerkt.

6.5.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

De *IAEA Safety Guide NS-G-2.15* [REF SF5-8] behandelt enkele aspecten die verband houden met het noodplan. Het noodplan is geëvalueerd in **SF13** (*Emergency Planning*).

6.5.4 Werkwijze

6.5.4.1 Ontwerpongevallen

Het assessment van SF5 bij Doel 1&2 heeft bij de veiligheidsanalyse van de ontwerpongevallen de volgende stappen gezet:

1 Opstellen referentielijst.

Er is een referentielijst opgesteld van de te onderzoeken ontwerpongevallen per uitbatingstoestand, zoals voorzien in de NUREG-0800 SRP 15.0 [REF SF5-2] en de *WENRA Reactor Safety Reference Levels Issue E* [REF SF5-3].

2 Vergelijken met geanalyseerde ontwerpongevallen.

De referentielijst is vervolgens vergeleken met de huidige lijst van geanalyseerde ontwerpongevallen.

3 Verzamelen informatie.

Alle beschikbare informatie is verzameld: over de gebruikte methodes bij de deterministische veiligheidsanalyses, over de aanvaardingscriteria (geen *Departure from Nucleate Boiling* (DNB), geen overvulling van het drukregelvat, enz.), over de beginvoorwaarden, over het in rekening brengen van falen (onder meer het toepassen van het criterium van de enkelvoudige fout), over de berekening van de radiologische gevolgen en over de overeenstemming met het huidige ontwerp.

4 Vergelijken gebruikte methodes.

Er is een vergelijking gemaakt tussen de gebruikte methodes en de methodes aanbevolen in de *NUREG-800 Standard Review Plan* [REF SF5-2], in de *IAEA Safety Guides NS-G-1.2* [REF SF5-5] en SSG-2 [REF SF5-7], en in de RG1.195 [REF SF5-6] inzake radiologische gevolgen.

5 Onderzoeken kwalificering en validering computercodes.

Er is onderzocht of de toegepaste computercodes gekwalificeerd en gevalideerd zijn voor de gebruikte toepassing.

6 Onderzoeken koude stilstand.

Er is onderzocht of de veilige stilstand (koude stilstand met primaire temperatuur van 95°C) bereikt kan worden op basis van de volgende criteria:

- Voldoende watervoorraad voor de voeding van de stoomgeneratoren.
- Aanvaardbare tijdsduur voor de overgang van de koeling van de primaire kring door de stoomgeneratoren naar de stilstandskoelkring (SC).
- Behouden van onderkriticiteit in de reactorkern.
- Aanvaardbare radiologische gevolgen voor de omgeving.

7 Identificeren van de sterktes en mogelijke verbeteringen.

6.5.4.2 Buitenontwerpongevallen

Het assessment van SF5 bij Doel 1&2 heeft bij de veiligheidsanalyse van de buitenontwerpongevallen de volgende stappen gezet:

1 Opstellen referentielijst.

Er is een referentielijst opgesteld van de te onderzoeken buitenontwerpongevallen, zoals voorzien in de *WENRA Reactor Safety Reference Levels Issue F* [REF SF5-4].

2 Vergelijken met geanalyseerde buitenontwerpongevallen.

De referentielijst is vervolgens vergeleken met de huidige lijst van geanalyseerde buitenontwerpongevallen, rekening houdend met het *Belgian Action Plan for the WENRA Reactor Safety Harmonisation* [REF SF5-1] en met de analyses die uitgevoerd zijn in het kader van de Weerstandstesten (BEST).

3 Verzamelen informatie.

Alle beschikbare informatie over de gebruikte methodes is verzameld. Er dient opgemerkt dat er voor de buitenontwerpongevallen geen specifieke aanbevelingen zijn in de *WENRA Reactor Safety Reference Levels Issue F* [REF SF5-4].

4 Identificeren van de sterktes en mogelijke verbeteringen.

6.5.4.3 Zware ongevallen

Het assessment van SF5 bij Doel 1&2 heeft bij de veiligheidsanalyse van de zware ongevallen de volgende stappen gezet:

1 Opstellen referentiekader.

Er is een referentielijst opgesteld van de te onderzoeken zware ongevallen, zoals voorzien in de *WENRA Reactor Safety Reference Levels Issue F* [REF SF5-4] en de *IAEA Safety Guide NS-G-2.15* [REF SF5-8].

2 Evalueren zware-ongevallenbeheer.

Het beheer van zware ongevallen is geëvalueerd ten opzichte van het referentiekader.

3 Identificeren van de sterktes en mogelijke verbeteringen.

6.5.4.4 Defence in depth

Het assessment van SF5 bij Doel 1&2 heeft bij de evaluatie van het *defence in depth*-principe de volgende stappen gezet:

1 Analyseren *defence in depth*-principe.

Er is onderzocht of het *defence in depth*-principe zoals voorzien in de *IAEA Safety Guide NS-R-1* [REF SF5-9] geborgd is door het ontwerp en het beheer van Doel 1&2.

2 Identificeren van de sterktes en mogelijke verbeteringen.

6.6 Probabilistic Safety Assessment (SF6)

Uit het assessment *Probabilistic Safety Assessment* (PSA) blijkt dat de PSA-studie grondig uitgevoerd is, uitgebreid gedocumenteerd is en volledig in lijn is met de internationale richtlijnen. Het PSA-model wordt ook continu geüpdatet. Electrabel moedigt het gebruik van het PSA-model sterk aan waardoor het heel wat concrete toepassingen kent.

6.6.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Probabilistic Safety Assessment* (SF6) evalueert de probabilistische veiligheidsanalyse (PSA) aan de hand van de vereisten in het referentiekader gebaseerd op de ASME/ANS-norm [REF SF6-1] [REF SF6-2] en zoals onderschreven in de RG 1.200 [REF SF6-3]. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review of the PSA is to determine to what extent the existing PSA remains valid as a representative model of the plant when the following aspects have been taken into account: changes in the design and operation of the plant; new technical information; current methods; and new operational data."

IAEA NS-G-2.10 [REF ALG-1]

Het KB van 30 november 2011 [REF ALG-5] bepaalt dat er voor elke centrale een PSA niveau 1 en niveau 2 opgesteld moet worden. Het PSA niveau 1 evalueert de kans op kernsmelt voor alle uitbatingstoestanden van de reactor. Het PSA niveau 2 bepaalt de risico's op radioactieve lozingen na de kernsmelt.

De bestaande PSA dekt alle relevante interne gebeurtenissen. De methodologie voor interne brand- en overstromingsanalyses is ontwikkeld en moet nog toegepast worden in het kader van LTO voor Doel 1&2. Ze zijn bijgevolg niet onderzocht bij dit assessment.

6.6.2 Evolutie van de centrale

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van het PSA van Doel 1&2 en van de belangrijkste evoluties van de laatste tien jaar.

PSA-model

Doel 1&2 is ontworpen vanuit een deterministische benadering, wat betekent dat er een enkelvoudig falen wordt verondersteld in de analyse van de mogelijke voorvallen of ontwerpgevallen. De combinatie van meerdere falingen wordt met andere woorden niet in rekening gebracht. In de probabilistische benadering ligt dat anders: hier wordt de combinatie benaderd op basis van de 'waarschijnlijkheid van voorkomen'. Deze benadering is dus een aanvulling op de deterministische benadering. Uiteindelijk is het de bedoeling om mogelijke punten van verbetering in het ontwerp te identificeren, en om de

veiligheidsvoordelen van die verbeteringen te kunnen beoordelen. In 1988 heeft de U.S. NRC de probabilistische benadering in haar verordeningen geïntegreerd door de publicatie van de *Generic Letter 88-20*.

- Er is een PSA niveau 1 en niveau 2 uitgevoerd in het kader van de tweede TJH van Doel 1&2. Bij de derde TJH is het PSA-model uitgebreid met een verfijning van de verschillende uitbatingstoestanden tijdens de stilstand van de reactor en met een generiek model voor en na het smelten van de kern. Nadien volgde een verdere actualisering van het model rekening houdend met de installatiewijzigingen tot 2010.
- In het kader van LTO zal het PSA-model voor interne brand en overstroming voor Doel 1&2 ontwikkeld worden.

PSA-toepassingen

Sinds 2006 gebruikt Electrabel het PSA-model binnen een risico-geïnformeerde aanpak. Zo is de *PSA Policy* ontstaan. Dit beleid stimuleert de toepassing van PSA als een continue activiteit. Er is een werkgroep actief, het *PSA Standing Committee* (PSA STC), samengesteld met experts van Electrabel en Tractebel Engineering, en het gebruik van het PSA-model is de laatste jaren sterk ontwikkeld.

Onderstaande PSA-toepassingen zijn reeds uitgevoerd of worden momenteel uitgevoerd. Een aantal ervan maakt deel uit van de dagelijkse uitbating van de eenheid:

- Ontwikkeling van een *Risk Matrix*.
- Evaluatie van de *Risk Increase Factor*.
- Evaluatie van installatiewijzigingen (Niet-Belangrijke Wijzigingen, NBW).
- Identificatie van scenario's voor simulatortraining van operatoren.
- Opleiding omtrent risico-inzichten.
- Gebruik van *Event Analysis*.
- Ondersteuning van *System Health Reports* (SHR).
- Bepaling van het belang van componenten.
- Opvolging van het Europees project ASAMPSA2 voor PSA niveau 2.
- Organisatie en deelname aan internationale PSA-conferenties.
- Uitwisseling met andere kerncentrales (EdF, Borssele, Krsko).

6.6.3 Assessment

6.6.3.1 Algemene bevindingen

De kwaliteit van het PSA-model is dusdanig dat het model effectief wordt ingezet voor concrete toepassingen. De categorie II van de ASME-standaard is daarbij de norm, en die norm wordt ook in grote mate bereikt. Het model wordt ook voortdurend geactualiseerd, rekening houdend met specifieke gegevens zoals de frequentie van een ontwerpongeval, de onbeschikbaarheid van componenten ten gevolge van onderhoudswerkzaamheden (preventief en correctief) en testen, enz.

6.6.3.2 Sterktes

✓ **De lijst van ontwerpgegevens in het PSA-model is volledig**

Het PSA-model houdt rekening met alle mogelijke ontwerpgegevens bij de verschillende uitbatingstoestanden van de reactor. Voor incidenten en ongevallen wordt zo veel mogelijk rekening gehouden met de opgedane ervaring bij de eigen eenheden.

✓ **De modellering van de systemen in het PSA-model is volledig en gedetailleerd**

Als onderdeel van het PSA-model geeft de *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) per systeem een volledige lijst van de componenten met hun faalmodi, uitlijningen en afhankelijkheden van ondersteunende systemen. Elk systeem is gemodelleerd met een foutenboom.

✓ **De analyse van de betrouwbaarheid van het menselijk handelen is volledig**

De betrouwbaarheid van het menselijk handelen is geanalyseerd op basis van procedures eigen aan Doel 1&2, en na interactie met het personeel. Ieder kritisch menselijk handelen is systematisch onderzocht. Ook met nalatig handelen is rekening gehouden.

✓ **De weerstand van het reactorgebouw bij een zwaar ongeval is uitgebreid onderzocht**

Het belangrijkste instrument in de PSA-analyse voor zware ongevallen is de MELCOR-computercode. Uit het assessment blijkt dat daarbij het niveau van detaillering juist gekozen is. De documentatie is bovendien van hoge kwaliteit, heel uitgebreid, logisch opgebouwd en systematisch gepresenteerd. Er is veel aandacht besteed aan de analyse van de drukweerstand van het reactorgebouw bij een zwaar ongeval.

Alles wat zich kan voordoen na een kernsmelt, de zogenoemde *Severe Accident Progression Event Tree*, is uitgebreid onderzocht. Het menselijk handelen is geëvalueerd op basis van de BK-procedures. De bronterm die de verdeling van splijtingsproducten via de verschillende lozingswegen modelleert (transport, depositie, retentie en verspreiding), heeft een hoge standaard en is goed gedocumenteerd.

✓ **De probabilistische kwantificatie van het PSA-model is systematisch en goed gedocumenteerd**

De methodologie voor het kwantificeren van ongevalssequenties is gedocumenteerd en systematisch uitgevoerd met behulp van gebeurtenissenbomen en onderliggende foutenbomen. Tijdsafhankelijkheden zijn speciaal ontwikkeld en de interface tussen PSA niveau 1 (risico op kernsmelt) en PSA niveau 2 (risico op radioactieve lozingen na kernsmelt) is in detail onderzocht. Voor de verschillende bouwstenen van het PSA-model zijn geschikte waarschijnlijkheidsmodellen met bijbehorende onzekerheidsverdeling ontwikkeld. De belangrijkste oorzaken van kernsmelt en radioactieve lozingen na kernsmelt zijn vergeleken met gelijkaardige kerncentrales.

6.6.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF6 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werd onderstaande actie geselecteerd.

✓ **SF6-4: Volledig uitvoeren PSA-actieplan zoals vastgelegd voor Doel 3 maar toegepast op Doel 1&2**

Na de uitgifte van het PSR Syntheserapport zijn de OFI die door Jacobsen Engineering zijn bepaald opnieuw geëvalueerd door Tractebel Engineering en Electrabel. Verschillende OFI werden extra toegevoegd in het PSA-actieplan. Gelijkaardige actie als **D3-SF6-10003, D4-SF6-3**. De verdere planning, opvolging en rapportering van deze actie gebeurt via de werkgroep PSA.

6.6.3.4 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

De projectgroep PSA continu beheert alle activiteiten met betrekking tot PSA.

6.6.4 Werkwijze

Bij het assessment *Probabilistic Safety Assessment* (SF6) van Doel 1&2 zijn de volgende stappen gevolgd:

1 Identificeren van de technische elementen in het PSA-model.

- PSA niveau 1: uitbatingstoestanden van de reactor, gebeurtenissen, ongevalssequenties (gebeurtenissenbomen), succescriteria, betrouwbaarheid van systemen (foutenbomen), menselijke betrouwbaarheid, faalkansen, kwantificering van gebeurtenissenbomen, actualisering van het model.
- PSA niveau 2: interface met PSA niveau 1, tijdsevolutie van fenomenen na kernsmelt, gedrag van het reactorgebouw na kernsmelt, probabilistische modellering (*Accident Progression Event Tree*), karakterisering van de bronterm, voorstelling van de resultaten, actualisering van het model.

2 Bepalen van referentievereisten voor de technische elementen.

De referentievereisten zijn opgesomd in de ASME/ANS-norm [REF SF6-1] [REF SF6-2] en onderschreven door U.S. NRC RG 1.200 [REF SF6-3]. Voor het PSA niveau 2 zijn enkele vereisten ontwikkeld op basis van IAEA-referenties [REF SF6-4] [REF SF6-5] [REF SF6-6].

3 Evalueren van de kwaliteit van het PSA-model.

De kwaliteit van het PSA-model is afgemeten tegenover bovenstaande referentievereisten op basis van de categoriën III, II, I of 'doelstelling niet volledig bereikt'. Een hogere categorie betekent: meer realisme en minder conservatisme, meer detail in de modellering, meer specifiek voor de eenheid. Categorie II wordt internationaal als een goede praktijk aangezien.

Er is een *peer review* uitgevoerd voor de PSA van Doel 3 op basis van de vermelde referentievereisten. Gezien de PSA-modellen van de Belgische kerncentrales ontwikkeld zijn met dezelfde methode en door dezelfde teams, zijn de bevindingen van deze *peer review* ook van toepassing op Doel 1&2. Een punt-voor-punt controle is uitgevoerd om deze bevindingen te staven voor Doel 1&2.

4 Identificeren sterktes en mogelijke verbeteringen.

6.7 Hazard Analysis (SF7)

Doel 1&2 is nagenoeg volledig conform de internationale veiligheidsstandaarden en goede praktijken van het IAEA, de U.S. NRC en WENRA. Beide centrales zijn dus voldoende beschermd tegen alle mogelijke interne en externe risico's. Dat blijkt uit het assessment *Hazard Analysis* (SF7). De Weerstandstesten (BEST) hebben bovendien aangetoond dat de installaties van Doel 1&2 het behoud van de essentiële veiligheidsfuncties kunnen garanderen, hetzij met de uitrustingen en systemen die deel uitmaken van het ontwerp, hetzij met de mobiele middelen die op de site beschikbaar zijn. In enkele gevallen zijn er verbeteringsvoorstellen geformuleerd om de robuustheid nog te verhogen.

6.7.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Hazard Analysis* (SF7) onderzoekt of de veiligheidsgebonden systemen, structuren en componenten (SSC) van Doel 1&2 afdoende beschermd zijn tegen de impact van interne en externe gebeurtenissen of incidenten. Het IAEA omschrijft deze doelstelling als volgt:

"The objective of the review of hazard analysis is to determine the adequacy of protection of the nuclear power plant against internal and external hazards with account taken of the actual plant design, actual site characteristics, the actual condition of SSCs and their predicted state at the end of the period covered by the PSR, and current analytical methods, safety standards and knowledge."

IAEA NS-G-2.10 [REF ALG-1]

'Interne' incidenten zijn incidenten die geïnitieerd worden binnen de operationele zone van Doel 1&2, terwijl 'extern' refereert aan de mogelijke risico's buiten de operationele zone. Zowel de natuur als de mens kunnen aan de basis liggen van de risico's.

Risico	Gebeurtenis en/of incident
Intern	Brandhaarden
	Explosies
	Leidingbreuken rekening houdend met dynamische effecten, jet-effecten en overstromingsgevaar
	Interne projectielen zoals roterende turbineonderdelen
	Instorting van structuren en vallende objecten
	Elektromagnetische interferentie
Extern	Overstromingen
	Extreme weersomstandigheden
	Seismische en geotechnische risico's
	Vliegtuigval

Risico	Gebeurtenis en/of incident
	Industriële risico's die gepaard gaan met productie, opslag en transport (toxische gassen, explosies, grote brandhaarden)
	Aanvaringen en drijvende objecten die de koelwaterinlaat blokkeren
	Biologische fenomenen zoals algen en mosselgroei

6.7.2 Evolutie van de centrale

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de belangrijkste evoluties van de laatste tien jaar op het vlak van het beheer van de interne en externe risico's.

6.7.2.1 Interne risico's

Brandhaarden

De laatste jaren is de brandbeveiliging bij Doel 1&2 op vele punten verbeterd. Zo is onder meer de branddetectiecentrale vervangen.

Sinds de derde TJH wordt het brandrisico op een systematische manier opgevolgd. Dit gebeurt aan de hand van een checklist. Telkens er een wijziging aan de centrale wordt uitgevoerd, wordt het risico punctueel geëvalueerd. In het kader van het *WENRA Belgian Action Plan* worden ook een *Fire Hazard Analysis* (FHA) en een *Fire Probabilistic Safety Assessment* (FPSA) uitgevoerd.

In het kader van LTO wordt verder actie ondernomen om te beantwoorden aan de strengste normen qua brandbeveiliging:

- De brandbarrières (reactorgebouw, gebouw GNH) worden verstevigd.
- De automatische brandblussing (reactorgebouw, gebouw GNH en machinezaal MAZ) wordt verbeterd.
- Er wordt een nieuw seismisch brandbluswater-pompstation met een verhoogde capaciteit in gebruik genomen.

Explosies

In het kader van de derde TJH is het risico op explosies geïnventariseerd. Dit heeft geresulteerd in een aantal verbeteringen:

- De weerstand van de gasleidingen bij aardbeving is verhoogd, en dit na een grondige evaluatie van de aardbevingsbestendigheid.
- De onderhoudsinstructies van de gasleidingen zijn aangevuld om de nodige lektesten te voorzien.

In het kader van LTO worden op de uitlaat van gasleidingen doorstroombegrenzers geïnstalleerd om mogelijke lekdebieten tot een minimum te beperken.

Leidingbreuken

Bij de breuk van een hoge-energieleiding (*High Energy Line*, HEL) kunnen er dynamische effecten (*pipe whip*) optreden. Deze effecten zijn tijdens de eerste TJH systematisch onderzocht volgens de SMIRT-aanpak (*Structural Mechanics in Reactor Technology*) in de uitgebreide HELB-analyses (*High Energy Line Break*). Bij de primaire kring is het LBB-

principe (*Leak Before Break*) toegepast: dynamische effecten hoeven daar dus niet in rekening gebracht te worden.

Leidingbreuken kunnen ook zorgen voor wateroverlast en interne overstromingen. Dit risico is bij de derde TJH uitgebreid en deterministisch onderzocht. Enkele verbeteringen zijn nu in uitvoering, onder meer het waterdicht maken van vloeren en plafonds in het elektrisch gebouw (GEH).

Als onderdeel van het *WENRA Belgian Action Plan* wordt een *Flooding PSA* uitgevoerd.

Interne projectielen

Met interne projectielen wordt bedoeld: uitrustingen zoals ventilatorbladen, onderdelen zoals kleppen of meetinstrumenten op hoogenergetische leidingen, roterende turbineonderdelen, enzovoort. Doel 1&2 is zo ontworpen dat de veiligheidssystemen niet door dergelijke interne projectielen geraakt kunnen worden: ofwel kan het projectiel simpelweg niet geprojecteerd worden, ofwel is het systeem volledig afgeschermd door een fysiek scherm of door een specifieke oriëntatie. Om dit te checken is bij deze vierde TJH een rondgang uitgevoerd.

Instorting van structuren en vallende objecten

Bij de derde TJH is onderzocht of de veiligheidsgebonden hefwerktuigen van Doel 1&2 in lijn zijn met de Amerikaanse regelgeving [REF SF7-9] [REF SF7-10] [REF SF7-11]. Er zijn enkele verbeterpunten geïdentificeerd en omgezet in een actieplan, dat in het kader van LTO verder wordt uitgevoerd. Enkele punten:

- Installeren van seismisch gekwalificeerde schakelaars en noodstoppen op de werkvloer (polaire bruggen, splijtstoftransfersysteem, behandelingsmachine).
- Vervangen van de lasthaak, de as van de schijven van het hoofdblok, de hijstroommels en de kabels om de veiligheidscoëfficiënt van de polaire bruggen te verhogen.
- Verminderen van de hijssnelheid van de polaire bruggen.

6.7.2.2 Externe risico's

Overstromingen

Een waterpeil van +9,13 m TAW (Tweede Algemene Waterpassing) is vastgelegd als *Design Basis Flood* (DBF). Deze DBF is gekozen als peil met een terugkeerperiode van 10.000 jaar. De hoogste waterstand die ooit (1 februari 1953) is opgetekend, bedraagt +8,10 TAW op ongeveer 3,5 km van de site in Doel. De bescherming tegen de DBF is verzekerd door de hoogte (+8,86 m TAW) van het platform waarop de hele site zich bevindt, in combinatie met de hoogte van de Scheldedijk ter hoogte van de site, nl. +12,08 m TAW vs. +11,08 m TAW van de Scheldedijk in de omgeving.

Bij de derde TJH is een overstromingsmodel van de site in Doel gemaakt op basis van de meteorologische en hydrologische gegevens van begin jaren 2000. Dit model voldoet aan de recente *IAEA Safety Guide SSG-18* [REF SF7-13].

In het kader van de Weerstandstesten (BEST) is het overstromingsmodel gebruikt om te bepalen in welke mate de bestaande maatregelen volstaan om het hoofd te bieden aan een overstroming van de site als gevolg van een dijkbreuk in combinatie met een extreem waterpeil van de Schelde en zware windstoten. Meerdere bijkomende technische en operationele maatregelen zijn genomen om de veiligheid van de centrale ook in zo'n situatie te garanderen.

Extreme weersomstandigheden

Mogelijke ongunstige meteorologische omstandigheden zijn in rekening gebracht in het ontwerp van Doel 1&2, op basis van historische gegevens. Bij de derde TJH is gecontroleerd of de ingebouwde marges nog afdoende zijn.

In het kader van de Weerstandstesten is ook nagegaan wat de impact zou zijn van een aantal extreme weersomstandigheden die door hun hoge terugkeerperiode buiten de ontwerpbasis (*beyond design*) vallen. Het betreft extreme windsnelheden, hevige sneeuwval, zware regenval en tornado's.

In het assessment SF7 is de ontwerpbasis aangevuld met een statistische analyse voor een aantal meteorologische parameters (temperatuur, windsnelheid) met de bedoeling om de meest extreme weersomstandigheden en hun terugkeerperiode in kaart te brengen voor de veiligheidsgebonden uitrustingen, en dit op basis van gegevens tot eind 2014.

Seismische en geotechnische risico's

Voor de site in Doel is uitgegaan van een ontwerpaardbeving (*Design Basis Earthquake*, DBE) gekenmerkt door een *Peak Ground Acceleration* (PGA) van 0,058 g.

Bij de Weerstandstesten heeft een internationaal team van experts bevestigd dat de marges in het ontwerp van Doel 1&2 groot genoeg zijn om het behoud van de essentiële veiligheidsfuncties te garanderen bij een gekozen *Review Level Earthquake* (RLE) met een PGA van 0,17 g. In 2015 heeft de Koninklijke Sterrenwacht het *Probabilistic Seismic Hazard Assessment* (PSHA) voltooid dat in 2011 was opgestart naar aanleiding van de Weerstandstesten. Deze studie, uitgevoerd conform de IAEA- en U.S. NRC-richtlijnen, bevestigt dat Doel tot een *Low Seismicity Area* behoort.

Vliegtuigval

De centrale van Doel 1&2 is ontworpen met een dubbel (primair en secundair) *containment*. Bij de eerste TJH is het secundair *containment* geverifieerd op de impact van een referentievliegtuig. Het ontwerp is gevalideerd ten opzichte van een probabilistisch acceptatiecriterium.

Na de aanslagen van 11 september 2001 is de brandbeveiliging in Doel uitgebreid naar het niveau van een luchthaven categorie 9 conform de *International Civil Aviation Organization*. In het kader van de Weerstandstesten is een bijkomende analyse uitgevoerd waarbij de inzet van gevolg-beperkende maatregelen verder geoptimaliseerd is. Er is bovendien een bijkomende watertoevoer naar de splijtstofdokken geïnstalleerd, zodat er water wordt toegevoegd vanuit een externe bron wanneer de bestaande toevoer ten gevolge van de val van een vliegtuig beschadigd zou zijn.

In het assessment SF7 is de ontwerpbasis van Doel 1&2 voor vliegtuigval opnieuw gevalideerd.

Industriële risico's

De gebouwen met een veiligheids- of noodfunctie zijn gevalideerd tegen een incidentele schokgolf met een maximumoverdruk van respectievelijk 0,35 en 0,5 bar. De controlezaal (KZ) is uitgerust met een detectiesysteem voor toxische gassen, dat de operatoren tijdig waarschuwt en de luchttoevoer isoleert zodat de veilige uitbating niet in het gedrang komt.

Bij elke TJH zijn de explosieve en toxische risico's geactualiseerd. Rekening houdend met de ontwikkelingen tegen 2020 wordt momenteel een actualisering uitgevoerd in het kader van

het TJH-actieplan voor Doel 3. De resultaten van deze actualisering zullen ook voor Doel 1&2 in rekening gebracht worden.

In het kader van LTO worden nieuwe toxische gasmetingen geïnstalleerd.

Aanvaring door drijvende voorwerpen die de koelwaterinlaat blokkeren

Het koelwater van Doel 1&2 kan aangevoerd worden via diverse redundante bronnen: vanuit de Schelde via het CW-systeem, vanuit het gesloten RW-systeem voorzien van eigen koeltorens, of vanuit de bunker via het EC-systeem voorzien van luchtkoelers op het dak wanneer de reactor reeds in koude stilstand is. In geval van nood kunnen ook de koelvijvers van Doel 3&4 aangesproken worden.

Bij de Weerstandstesten is de robuustheid en diversiteit van de koudebronnen bevestigd.

Biologische fenomenen

Corrosie en versnelde staalmoeheid door blootstelling aan een waterrijke omgeving kunnen geïnduceerd worden door bacteriën die het sulfaat aantasten. Bij de vorige TJH is de corrosie in het bluswatersysteem (FE) geëvalueerd. Dit resulteerde in verschillende verbeteringen:

- Vervanging van de kleppen op de ondergrondse FE-leidingen.
- Periodieke inspectie van de FE-waterkwaliteit.
- Review van het corrosie-monitoringprogramma.

Om schade aan de I&C-bekabeling te voorkomen wordt de populatie ongedierte onder controle gehouden.

Elektromagnetische interferentie (EMI)

Doel 1&2 is in 1975 in dienst genomen. De transistortechnologie is uitgerust met invoerfilters met een doorlaatbandbreedte van 32 Hz, wat het systeem redelijk immuun maakt voor EMI uit die periode. Instructies verbieden het gebruik van mobiele telefoons in de technische installaties om EMI te vermijden.

6.7.3 Assessment

6.7.3.1 Algemene bevindingen

De bescherming van Doel 1&2 tegen interne en externe risico's (zoals opgesomd in 6.7.1 'Doelstelling') is in lijn met het geldende referentiekader, zijnde de veiligheidsstandaarden en goede praktijken van het IAEA, de U.S. NRC en WENRA.

Tijdens het assessment SF7 is er slechts een beperkte mogelijkheid tot verbetering vastgesteld. Het assessment heeft ook duidelijk gemaakt dat Doel 1&2 talrijke sterktes vertoont. Deze zijn een gevolg van het ontwerp zelf en van de systematische manier waarop de interne en externe risico's geëvalueerd zijn in het kader van elke TJH. Een aantal risico's is bovendien in nog een ander kader geëvalueerd:

- In het kader van het *WENRA Belgian Action Plan* wordt een FHA en een FPSA van het interne brandgevaar gepland.
- Eveneens in het kader van het *WENRA Belgian Action Plan* wordt een *Flooding PSA* gepland van het risico op interne overstromingen.

- In het kader van het BEST-actieplan (2011) zijn enkele externe risico's grondig geanalyseerd voor situaties die het ontwerpniveau van de eenheid overschrijden. Het betreft overstromingen, extreme weersomstandigheden (hevig regental, extreme windsnelheden, hevige sneeuwval en tornado's), seïsme, vliegtuigval, toxische en explosieve industriële risico's in de omgeving van Doel, en de robuustheid van de koelbronnen bij een combinatie van invloeden.

6.7.3.2 Sterktes

✓ Doel 1&2 is goed beschermd tegen mogelijke interne brandhaarden

De kerncentrale van Doel beschikt over een eigen brandweer die gestationeerd is op de site zelf en de klok rond standby is. De organisatie van de brandweer is recent geactualiseerd conform de *U.S. NRC Regulatory Guide 1.189* [REF SF7-4]. De *Fire Safety*-operatoren op de site zijn gekwalificeerd en werken volgens specifieke procedures voor alle mogelijke risico's. De brandbeveiligingsmaatregelen worden voortdurend geïnspecteerd, onderhouden en getest. Het site-personeel krijgt hiertoe een specifieke opleiding. Er zijn vaste en mobiele schuimblusinstallaties beschikbaar. Algemeen wordt de brandlast zo veel mogelijk beperkt. Zo worden er bijvoorbeeld metalen in plaats van houten paletten gebruikt. De interventieplannen bevatten voldoende informatie voor brandbestrijding in elke ruimte.

✓ Doel 1&2 is goed beschermd tegen mogelijke interne explosies

Van bij het ontwerp van Doel 1&2 ligt de nadruk op het voorkomen en vermijden van een explosieve atmosfeer, en dus van het gevaar op explosies. Alle toegestane chemische producten worden bijgehouden in een gemeenschappelijke database voor Doel en Tihange. Deze database maakt deel uit van een managementsysteem voor gevaarlijke chemische producten en geeft de maximale hoeveelheid aan die in de installaties mag worden binnengebracht. Bovendien zijn er procedures met instructies voor de opslag van deze producten.

✓ De veiligheidsgebonden uitrustingen zijn goed beschermd tegen leidingbreuken

Voor de hoge-energieleidingen (HEL) is de SMIRT-methode toegepast tijdens de eerste TJH. Daarbij zijn alle mogelijke breuklocaties onderzocht die zouden kunnen leiden tot dynamische effecten en interne overstromingen met een impact op de veiligheidsgebonden uitrustingen. SMIRT veronderstelt een strengere aanpak dan degene die de Amerikaanse regelgeving van SRP 3.6.1 [REF SF7-6] voorschrijft.

✓ De bescherming tegen de inslag van interne projectielen is ingebouwd in het ontwerp

Uit de resultaten van een rondgang in de centrale blijkt dat de veiligheidsgebonden uitrustingen beschermd zijn tegen de inslag van interne projectielen zoals ventilatorbladen, kleppen of meetinstrumenten op HEL, enz. Dat blijkt uit de stevige behuizing van de potentieel gevaarlijke uitrusting en/of uit de gunstige oriëntatie van het mogelijke projectiel ten opzichte van de uitrusting. Het risico op de inslag van turbineprojectielen is in lijn met de norm [REF SF7-8].

✓ De hefwerktuigen voldoen aan de meest recente normen

Het nauwgezet respecteren van de normen voor hefwerktuigen zorgt ervoor dat er voldoende bescherming bestaat tegen de instorting van structuren en vallende objecten. Na

de derde TJH is een verbeteringsplan opgesteld voor de hefwerktuigen. Dit verbeteringsplan zal in het kader van LTO verder uitgevoerd worden zodat de hefwerktuigen voldoen aan de meest recente normen.

✓ **De site van Doel is adequaat beschermd tegen overstroming**

De dijken en het opgehoogde platform waarop de hele site rust, zorgen voor een adequate bescherming tegen mogelijke overstromingen. Het maximale Scheldepeil met een terugkeerperiode van 10.000 jaar ligt ver onder het niveau van de dijken. De toegepaste methodologie beantwoordt aan de recente IAEA-voorschriften [REF SF7-13].

✓ **Doel 1&2 is voldoende bestand tegen de meest extreme weersomstandigheden**

Bij het ontwerp van de site zijn alle relevante extreme weersomstandigheden in rekening gebracht. De Weerstandstesten hebben bovendien aangetoond dat er belangrijke marges bestaan tegenover de meest extreme weersomstandigheden, zelfs voor hoge terugkeerperiodes. Er zijn specifieke procedures bij een hittegolf.

✓ **In de toegepaste Design Basis Earthquake van Doel 1&2 zijn marges voorzien**

Dit jaar heeft de Koninklijke Sterrenwacht het *Probabilistic Seismic Hazard Assessment* (PSHA) voltooid dat in 2011 was opgestart naar aanleiding van de Weerstandstesten. Deze studie, uitgevoerd conform de IAEA- en U.S. NRC-richtlijnen, bevestigt dat Doel tot een *Low Seismicity Area* behoort. De *Seismic Margin Review* uitgevoerd tijdens de Weerstandstesten, heeft aangetoond dat de marges in de *Design Basis Earthquake* (DBE) voldoende zijn.

✓ **Doel 1&2 is goed beschermd tegen vliegtuigval en mogelijke explosies**

Doel 1&2 is voldoende beschermd tegen vliegtuigval en tegen toxische en explosieve risico's uit de industriële omgeving. De bescherming tegen vliegtuigval zoals geïntegreerd in het ontwerp van Doel 1&2 is tijdens deze vierde TJH opnieuw gevalideerd. Alle relevante industriële risico's zijn behandeld bij het ontwerp en opgevolgd bij de vorige TJH. Hieruit is gebleken dat het risico dat uitgaat van de haven van Antwerpen relatief laag is gezien de grote afstand (minimum 1,8 km) tot de chemische installaties.

✓ **Doel 1&2 is goed beschermd tegen biologische fenomenen en drijvende voorwerpen**

De koelwaterinlaat en koelwatersystemen van Doel 1&2 zijn goed beschermd tegen biologische fenomenen en drijvende voorwerpen. Het koelwater kan aangevoerd worden via diverse redundante bronnen: tijdens bedrijf en warme- of koude stilstand vanuit de Schelde via het CW-systeem of vanuit het gesloten RW-systeem voorzien van eigen koeltorens, en bijkomend tijdens koude stilstand vanuit de bunker via het EC-systeem voorzien van luchtkoelers op het dak. In geval van nood kunnen ook de koelvijvers van Doel 3&4 aangesproken worden. Een mogelijke aanvaring tegen de koelwaterinlaat of zelfs een volledige afsluiting brengt de veiligheid van Doel 1&2 bijgevolg niet in gevaar. Er is een visweringssysteem aanwezig in de koelwaterinlaat en er zijn palen rond geplaatst. Om biologische vervuiling in de koelcircuits te voorkomen hanteert de site een efficiënt microbiologisch behandelingsprogramma.

6.7.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF7 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF7-4: Nagaan of de NFPA55-norm impact heeft op de stockage van hogedrukgascontainers**

Interne brandhaarden: uitvoeren van een studie om na te gaan of de NFPA55-norm impact heeft op de stockage van hogedrukgascontainers. Gelijkaardige actie als **D3-SF7-4, D4-SF7-1**.

✓ **SF7-9: Impact van PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Assessment) op de DBE (Design Basis Earthquake) bepalen**

Het seismisch niveau voor de site van Doel werd bepaald door de seismische experts van de Koninklijke Sterrenwacht in 2015, op basis van recente seismologische gegevens met onafhankelijk nazicht door IRSN. De impact van de resultaten op het seismisch ontwerpniveau van Doel 1&2 wordt bepaald.

✓ **SF7-11: Controle beschikbare marges bij overschrijden meteorologische ontwerptemperaturen**

De SSC die geïmpacteerd worden door extreme temperaturen zijn geïdentificeerd. In het geval van het overschrijden van een limiet moeten de nodige acties getriggerd worden. Deze zijn beschreven in de KCD-studie 'Uitbating site Doel tijdens hittegolf'. De beschikbare marges tegenover de verhoogde waarden worden geëvalueerd. Zo nodig worden marges vrijgemaakt en bijkomende acties gedefinieerd. Gelijkaardige actie als **D4-SF7-3**.

✓ **SF7-18: Uitvoeren van een haalbaarheidsstudie voor de installatie van extra branddetectoren in de ventilatiekringen in het reactorgebouw**

Door bijkomende detectoren te voorzien in de grote VE-kanalen in het reactorgebouw heeft men een back-up voor de bestaande branddetectie. Door de grote debieten is dit mogelijk niet haalbaar. Bovendien moeten ontijdige alarmen voorkomen worden om een gepaste respons door de operatoren te blijven garanderen. Deze actie beperkt zich tot de haalbaarheidsstudie. Deze actie loopt voor Doel 3 (**D3-SF7-extra 1**), maar de haalbaarheid voor Doel 1&2 moet nog worden onderzocht.

6.7.3.4 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3 en Doel 4 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF7-2: Representativiteit van de externe weerstations nagaan aan de hand van de eigen weerstations op de site**

IMDC heeft een statistische studie uitgevoerd van de diverse meteo-omstandigheden. Hiervoor werd gebruik gemaakt van metingen in Woensdrecht, Deurne en Vlissingen. Er wordt onderzocht in welke mate deze representatief zijn voor KCD. De beschikbare KCD-meteogegevens worden vergeleken met de gebruikte metingen in de IMDC-studie.

De meteogegevens die beschikbaar zijn in de noodplankamer worden opgenomen in de lijst van definitief te bewaren parameters. Zo blijven deze beschikbaar voor latere analyses.

✓ **D4-SF7-5: Studie van de gevolgen van een explosie op de site**

Er wordt een analyse uitgevoerd van het nucleaire risico van een explosie van de volgende mogelijke explosiebronnen:

- WPG-gasopslagplaats (lokaal 032)
- Propaanopslagplaats HSK
- Opslagplaats telgas (achter WAB 300)
- Waterstofopslagplaats aan de WAB
- Opslagplaats acetyleen aan de WAB
- Opslagplaats van brandbare producten MOB (lokaal 010)
- Opslagplaats brandbare gassen (lokaal 001 → 007)

De explosie wordt gemodelleerd en het effect (overdruk) op de veiligheidsgebonden structuren wordt berekend. Het risico van de scenario's die aanleiding geven tot een overschrijding van de weerstand van de gebouwen wordt opgeteld bij het explosierisico van externe bronnen.

✓ **D4-SF7-7: Methodologie ontwikkelen om onafhankelijke gebeurtenissen te combineren en te evalueren**

Dit moet in overeenstemming zijn met de methodologie die gebruikt is voor de klassificatie en kwalificatie van het BUM (bijvoorbeeld seïsme en hevige wind).

✓ **D3-SF7-2: Integreren van de IEEE 1202-norm of zijn Europese equivalent in de aankoopspecificaties voor nieuwe kabels en optische vezels**

Op deze manier is gegarandeerd dat de nieuw aangekochte kabels voldoen aan de laatste normen op het vlak van de brandbeveiliging.

✓ **D3-SF7-8: Aanpassen van de procedures voor gebruik van adempluchtflessen conform de aanbevelingen in RG 1.189**

De procedures moeten garanderen dat het brandweerteam de ademhalingstoestellen correct gebruikt en dat dit tijdens de opleiding gecontroleerd en geregistreerd wordt.

✓ **D3-SF7-9: Aanpassen van de procedures voor leverancierscontrole conform de aanbevelingen in RG. 1.189**

De procedures moeten garanderen dat het geleverde materiaal op het vlak van de brandbeveiliging voldoet aan de opgelegde aankoopspecificaties.

✓ **D3-SF7-11: Aanpassen van de procedures voor de brandwacht conform de aanbevelingen in RG 1.189**

De extra controles als gevolg van onbeschikbare branddetectiemiddelen of bij werken met een verhoogd brandrisico moeten gedocumenteerd en auditeerbaar zijn.

✓ **D3-SF7-12: Opvolgen van de ontwikkelingen in de industriële omgeving in de nabijheid van de kerncentrale Doel**

Opvolgen van de industriële ontwikkelingen in de omgeving van kerncentrale Doel, zoals Seveso-bedrijven, containerterminals, logistieke parken, Verrebroekdok, Deurganckdok,

Saeftinghedok, Liefkenshoek-treinverbinding, verdieping van de Westerschelde, spoorwegverbindingen, en wegtransporten.

✓ **D3-SF7-15: Evalueren van de impact van elektromagnetische interferentie bij nieuwe projecten**

Evalueren van de impact van elektromagnetische interferentie bij nieuwe projecten en wijzigingen. De bekabeling en aarding van elektrische installaties moet getoetst worden aan de aanbevelingen van IEC/TR 6 1000-5-2.

✓ **D3-SF7-15-extra: Documenteren waarom voor de bestaande installatie geen EMI-metingen uitgevoerd worden**

✓ **D3-SF7-19: Nagaan of het sluiten van de brandluiken een impact heeft op de opbouw van een explosieve waterstofatmosfeer in de batterijlokalen**

De ventilatiesystemen garanderen dat de aan de batterijen gevormde waterstof wordt afgevoerd. Er moet gecontroleerd worden dat ook bij een gestopte ventilatie de explosiegrenzen nooit overschreden worden.

6.7.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

Er is een interface met **SF1** (*Plant Design*) wat betreft de conformiteit van het ontwerp met de vereisten uit *10 CFR 50 Appendix A General Design Criteria*. Het betreft meer in het bijzonder *GDC Criterion 2 Design bases for protection against natural phenomena* en *GDC Criterion 4 Environmental and Dynamic Effects Design Bases* [REF SF1-1].

6.7.4 Werkwijze

Het assessment van de *Hazard Analysis* (SF7) bij Doel 1&2 verliep in de volgende drie stappen:

1 Opstellen referentiekader interne en externe risico's.

Er is een referentiekader opgesteld voor alle relevante interne en externe risico's op basis van de huidige veiligheidsstandaarden en goede praktijken van het IAEA, de U.S. NRC en WENRA. De belangrijkste referenties voor de verschillende risico's zijn:

Risico	Referentie
Interne branden en explosies	U.S. NRC Regulatory Guide 1.189 [REF SF7-4] WENRA Reactor Safety Reference Levels Issue S [REF SF7-5] IAEA Safety Guide NS-G-1.7 [REF SF7-2]
Leidingbreuken	U.S. NRC Standard Review Plan 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3 [REF SF7-6] U.S. NRC Branch Technical Position 3-3, 3-4 [REF SF7-7] IAEA Safety Guide NS-G-1.11 [REF SF7-3]
Interne projectielen	U.S. NRC Standard Review Plan 3.5.1 [REF SF7-8] IAEA Safety Guide NS-G-1.11 [REF SF7-3]
Instorting van structuren en vallende objecten	U.S. NRC NUREG-0554 [REF SF7-9] U.S. NRC ANSI/ANS-57.1 [REF SF7-10] U.S. NRC Standard Review Plan 9.1.4, 9.1.5 [REF SF7-11]
Elektromagnetische	EPRI [REF SF7-12]

Risico	Referentie
interferentie	
Overstromingen op de Schelde	IAEA Safety Guide SSG-18 [REF SF7-13]
Extreme weersomstandigheden	IAEA Safety Guide SSG-18 [REF SF7-13]
Seismische en geotechnische risico's	U.S.NRC Regulatory Guide 1.208 [REF SF7-14] IAEA Safety Guide NS-G-2.13 [REF SF7-20]
Vliegtuigval	U.S.DOE Standard 3014-2006 [REF SF7-15] U.S.NEI Standard 07-13 [REF SF7-16] U.S.NRC Standard Review Plan 3.5.1.6 [REF SF7-21]
Industriële risico's	IAEA Safety Guide NS-G-1.5 [REF SF7-1] IAEA Safety Guide NS-G-3.1 [REF SF7-17]
Aanvaringen en drijvende objecten die de koelwaterinlaat blokkeren	U.S.NRC Regulatory Guide 1.27 [REF SF7-18] IAEA Safety Guide NS-G-1.5 [REF SF7-1]
Biologische fenomenen	IAEA Safety Guide NS-G-1.5 [REF SF7-1] U.S.NRC Standard Review Plan 9.2.1 [REF SF7-19]

2 Aftoetsen van alle veiligheidsvoorzieningen.

Voor elk van deze risico's zijn de bestaande analyses en veiligheidsvoorzieningen afgetoetst aan bovenstaand referentiekader, en is bepaald in welke mate Doel 1&2 overeenkomt met de huidige veiligheidsstandaarden en goede praktijken van het IAEA, de U.S. NRC en WENRA.

3 Identificeren van sterktes en mogelijke verbeteringen.

6.8 Safety Performance (SF8)

Volgens de Performance Indicators van de *World Association of Nuclear Operators* (WANO) behoort Doel 1&2 globaal genomen nog steeds tot het beste kwart van alle kerncentrales wereldwijd. Uit de *WANO Indicators Index* blijkt dat Doel 1&2 uitstekend presteren qua nucleaire veiligheid met onder meer een goede bestralingsbescherming en een hoge beschikbaarheid van alle veiligheidstuigen. Volgens de globale prestatie-index ligt de performantie van Doel 1&2 heel hoog en is ze de laatste tien jaar altijd heel hoog geweest. Doel 2 scoort het best met een gemiddelde van 92 %, wat duidt op stabiliteit. Doel 1 volgt op de tweede plaats met 87 %. Wat het eigen systeem voor de controle van de nucleaire veiligheid betreft, is er nog ruimte voor verbetering. Vooral het proces voor de opvolging van de veiligheidsindicatoren kan versterkt worden.

6.8.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Safety Performance* (SF8) heeft de bedoeling om de performantie van Doel 1&2 te evalueren op het vlak van de nucleaire veiligheid, en dit op basis van specifieke indicatoren en operationele getuigendocumenten. Daarnaast wordt ook nagegaan of het proces dat de veiligheidsprestaties bewaakt, nog adequaat functioneert. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review of safety performance is to determine whether the plant's safety performance indicators and records of operating experience, including the evaluation of root causes of plant events, indicate any need for safety improvements."

IAEA NS-G 2.10 [REF ALG-1]

6.8.2 Evolutie van de centrale

De laatste tien jaar heeft Electrabel verschillende organisatorische veranderingen doorgevoerd als gevolg van de programma's NUC 21 (2000) en NUC 21+ (2005). Beide programma's hebben hun impact gehad op de activiteiten in Doel en Tihange, op de organisatie op Corporate-niveau en de opvolging van de veiligheidsprestaties.

6.8.2.1 Periode tot 2005

Tot 2005 werkten alle kerncentrales binnen Electrabel als aparte entiteiten met een eigen organisatie en werkwijze. In het kader van het NUC 21-programma (2000) zijn enkele plant-specifieke activiteiten samengevoegd en is de dagelijkse werking geharmoniseerd. In die periode is ook de rapportering van incidenten en operationele ervaringen op één lijn gebracht.

Het beheer van de veiligheidsprestaties was tot dan verdeeld over de verschillende departementen en dus niet gecentraliseerd. Dat stond een consistente follow-up in de weg. Het veiligheidsbeheer verliep minder gestructureerd dan vandaag en er waren minder prestatie-indicatoren (KPI). Het was heel moeilijk om aan probleemdetectie te doen en om de veiligheidsprestaties globaal te beoordelen.

6.8.2.2 Periode van 2005 tot 2009

Na een serie interne en externe assessments is in 2005 een nieuw programma (NUC 21+) gelanceerd met zes verbeteringstrajecten:

- Uitklaren van de rol van de nucleaire site en de ondersteunende diensten van de *Business Entity Production*, en versterken van de verantwoordelijkheid van de sitemanager.
- Versterken van het belang van *Nuclear Safety*.
- Herstructureren van *Operations*, *Maintenance* en *Assets*.
- Bepalen van een nieuwe rol voor het PPM-departement.
- Verbeteren van de follow-up van de veiligheidsprestaties.
- Verbeteren van het veiligheidsgedrag binnen de organisatie.

Aangezien de eerste vijf trajecten eigenlijk een optimalisering van het bestaande NUC 21-programma inhielden, zijn ze benoemd als NUC 21+. Dit project bracht vooral nieuwe tools in stelling om onbeschikbaarheden beter in kaart te brengen.

Na de invoering van het programma NUC 21+ en na de *WANO Corporate Assist* is het PI-managementsysteem gestandaardiseerd en gecentraliseerd. De veiligheidsindicatoren werden niet langer op siteniveau beheerd. Het PPM-departement centraliseerde alle KPI's en er kwamen enkele nieuwe KPI's bij om de algemene veiligheidsprestaties op te volgen.

Voor Doel en Tihange is hetzelfde KPI-systeem ingevoerd, geïnspireerd op het voormalige British Energy. Circa 90 % van de Tier 1-indicatoren en 60 % van de Tier 2-indicatoren zijn hetzelfde voor Doel en Tihange. De Tier 3-indicatoren bleven departement-afhankelijk.

6.8.2.3 Periode na 2009

Van 2010 tot 2012 is de TJH van Doel 3 uitgevoerd. Er is toen beslist om bijkomende PI's te selecteren die de *Plants Operates with Low Risk* zouden opvolgen, zoals bepaald in IAEA-Tecdoc-1141. In het actieplan zijn onder meer bijkomende indicatoren voorzien op het vlak van veroudering, onderhoud en herstelling, *Human Performance*-gerelateerde incidenten, recurrentie van incidenten en *self assessments*.

6.8.3 Assessment

6.8.3.1 Algemene bevindingen

De nucleaire veiligheid op de site (*Nuclear Safety Oversight*) wordt momenteel bewaakt via een interactie van verschillende getuigendocumenten en indicatoren, waarbij een belangrijke rol is weggelegd voor de *Exploitation Coordination Manager* (ECM). Algemeen kan gesteld worden dat er ruimte is om de nucleaire veiligheid nog verder te optimaliseren. Dat kan bijvoorbeeld door een analyse te maken van de schierincidenten en de gebeurtenissen met

slechts een beperkte impact op de nucleaire veiligheid. Op die manier zou er al in een vroeg stadium nuttige informatie kunnen worden ingewonnen.

Veiligheidsindicatoren

Key Performance Indicatoren (KPI)

Uit het assessment blijkt dat de toegevoegde waarde van de KPI kan worden verhoogd door het huidige systeem beter af te stemmen op de IAEA-aanbevelingen en internationale goede praktijken. Er zijn bijgevolg andere middelen nodig om de domeinen die meer aandacht vergen inzake nucleaire veiligheid, in een vroeg stadium te identificeren, zodat de nodige maatregelen kunnen worden getroffen.

In het huidige KPI-systeem worden niet alle domeinen qua *Safety Performance* opgevolgd en er is vrijwel geen hiërarchische structuur van de KPI's die toelaat om een algemene vermindering van de veiligheidsprestaties te detecteren. Bovendien zijn er maar weinig parallellen tussen de indicatoren die de Europese licentiehouders hanteren en de eigen Tier-indicatoren.

Deze Tier-indicatoren zijn vaak dubbelzinnig en vatbaar voor interpretatie, waarbij het veelal gaat om complexe berekeningen die enkel een voorspelbaar resultaat laten zien maar geen ruwe data. Dat maakt het eenvoudiger om een specifiek gedrag te monitoren, maar er dreigt wel essentiële informatie verloren te gaan. Ook zijn er verschillende indicatoren die eerder proces- dan prestatiegericht zijn. Deze zeggen wel iets over de veiligheid, maar ze laten niet noodzakelijk trends in de veiligheidsprestaties zien. De Tier-indicatoren bestaan voorts voornamelijk uit *lagging*-indicatoren, die enkel de zichtbare uitkomst van de performantie inzake nucleaire veiligheid weergeven, en zelden de eerste voortekenen van een dalende performantie proactief detecteren. Dergelijke *leading*-indicatoren worden wel gebruikt op de site, maar zijn meestal niet opgenomen in het KPI-systeem.

Wat de drempelwaarden betreft worden jaar na jaar grote schommelingen vastgesteld. De drempels worden maar zelden consistent gebruikt om steeds uitdagender doelstellingen voorop te stellen en zo een continue verbetering inzake nucleaire veiligheid na te streven. De visie omtrent het gebruik ervan is te weinig eenduidig.

WANO-indicatoren

Beide reactoren behoren tot het best presterende kwart van alle kerncentrales wereldwijd. Uit de *WANO Indicators Index* blijkt dat Doel 1&2 uitstekend presteren qua nucleaire veiligheid met onder meer een goede bestralingsbescherming en een hoge beschikbaarheid van alle veiligheidstuigen. Volgens de globale prestatie-index ligt de performantie van Doel 1&2 heel hoog en is ze de laatste tien jaar altijd heel hoog geweest. Doel 2 scoort het best met een gemiddelde van 92 %, wat duidt op stabiliteit. Doel 1 volgt op de tweede plaats met 87 %.

Op het vlak van de klassieke veiligheid zijn de cijfers echter minder rooskleurig. Het aantal industriële ongevallen haalt de prestaties duidelijk naar beneden. Het aantal ligt veel te hoog in vergelijking met de WANO-standaard. Er dient wel opgemerkt dat de rapporteringsdrempel voor klassieke ongevallen heel laag is in vergelijking met andere, niet-nucleaire centrales.

Getuigendocumenten met operationele werkingsgegevens

Opvolging van de veiligheidsprestaties

De performantie inzake nucleaire veiligheid van Doel 1&2 wordt opgevolgd via een hele reeks periodieke veiligheidsrapporten. Die rapporten bevatten alle operationele data:

gegevens over onderhoud, testprogramma's, inspecties, uitgevoerde vervangingen en wijzigingen, significante gebeurtenissen, enzovoort. Dit zijn de belangrijkste:

- Plannen Nucleaire Veiligheid en Beschikbaarheid (NV&B)
- Site-Objectieven
- *System Health Report* (SHR)
- Rapporten van de *Plant Operating Review Committees* (PORC)
- Rapporten van de *Site Operating Review Committees* (SORC)
- *Management Reviews* (MR)
- Jaarverslag Nucleaire Veiligheid (ANSR)
- Kwartaalverslag Nucleaire Veiligheid (QNSR)

Aan de hand van deze rapporten wordt een periodieke analyse van de veiligheidsprestaties uitgevoerd, waaruit voorstellen tot verbetering voortvloeien. Een globale synthese van de prestatie inzake nucleaire veiligheid per reactor is momenteel echter niet voorhanden.

Rapportering gebeurtenissen

Ook de rapportering van gebeurtenissen is van groot belang bij de opvolging van de nucleaire veiligheid. Opvallend hierbij is dat er sinds 2006 een terugval is in het aantal incidentverslagen, wat zowel kan wijzen op een verbeterde prestatie als op een verhoging van de meldingsdrempel. Niettemin zijn deze incidenten in Doel sinds 2009 systematisch gerapporteerd aan de WANO. Daarbij bestaat een goed evenwicht tussen belangrijke en minder belangrijke incidenten, wat getuigt van een goede externe rapporteringscultuur.

Radioactieve lozingen

Gezien het belang voor de veiligheid van iedereen aanwezig op de site, van de bevolking en van het milieu zijn de gegevens over de blootstelling aan radioactieve straling en de lozing van radioactieve effluënten aan een afzonderlijk en gedetailleerder assessment onderworpen.

- Bij de radioactieve lozingen en vaste afvalstoffen is er geen significante afwijking vastgesteld ten opzichte van de geldende standaard.
- Conform de nieuwe FANC-richtlijn (2010-106) is een nieuwe meetmethode gebruikt waarbij meer nucliden in rekening zijn gebracht. Dat heeft een belangrijke impact op de cijfers over de lozing van aerosols, edelgassen en vloeibare effluënten.
- Tot vandaag blijft het moeilijk om de lozingsgegevens van Electrabel te vergelijken met de andere Europese operatoren. Er blijft een significant en tot nog toe onverklaarbaar verschil bestaan tussen de gerapporteerde lozingswaarden in Doel en in de andere, vergelijkbare eenheden in Europa. Een verdere analyse van onder meer de OSPAR-data moet hierin opheldering brengen.

Stralingsbescherming en omgevingsstraling

Op het vlak van stralingsbescherming scoort Doel 1&2 bijzonder goed. De OSART-audit van 2010 bevestigt dat. Door de procedures continu te verbeteren en door onder meer de ALARA-principes in te voeren is de totale opgelopen dosis en het aantal besmettingen aanzienlijk verminderd. Bij het aan- en uittrekken van de beschermende kleding wordt het personeel systematisch bijgestaan door gekwalificeerd personeel. In de zones met een hoger stralingsniveau en besmettingsrisico is er bovendien lokale monitoring voorzien.

De collectieve dosis die vrijkwam tijdens de vervanging van de SG van Doel 1&2 lag zeven keer lager dan bij de vervanging van de SG van Doel 3&4. De evolutie in technologie en de opgedane ervaring bij de vervanging in Doel 3&4 hebben dus hun vruchten afgeworpen. Een

vergelijking van de collectieve doses van Doel 1&2 met de andere zustereenheden in de wereld (ISOE-databank) bevestigt deze sterke prestaties op het vlak van stralingsbescherming, net als de CRE-indicator van WANO. Hierbij zit Doel 1&2 nog steeds in het beste kwart van het peloton wereldwijd, maar het verschil met de rest van de wereld wordt wel steeds kleiner. De collectieve doses van Doel 1&2 zijn de afgelopen periode niet significant verbeterd, terwijl het beste kwart van de centrales er met gemiddeld 30 à 40 % op vooruit is gegaan.

6.8.3.2 Sterktes

✓ Doel 1&2 scoort goed op vlak van stralingsbescherming voor medewerkers

De statistieken tonen aan dat de stralingsbescherming voor de medewerkers van Doel 1&2 heel doeltreffend is. Blijkt dat de blootstelling aan straling zelfs nog afgenomen is. De OSART-audit van 2010 bevestigt dat, en het is ook af te lezen aan de ISOE-ranking en de WANO CRE-indicator. Doel 1&2 blijft in dit domein een koploper in de wereld.

✓ Eventuele incidenten worden systematisch aan de WANO gerapporteerd

Doel 1&2 beschikt over een goede externe rapportering. Electrabel heeft de laatste jaren ernstige inspanningen geleverd om systematisch alle incidenten aan de WANO te rapporteren. Er zijn ook systematisch meer *non consequential*-rapporten doorgegeven. Opvallend daarbij is dat de laatste vijf jaar het aantal gerapporteerde incidenten per reactoreenheid hoger ligt dan het WANO-gemiddelde.

✓ De Exploitation Coordination Manager levert een belangrijke meerwaarde op vlak van veiligheidsprestaties

De *Exploitation Coordination Manager* (ECM) heeft een belangrijke meerwaarde in de opvolging en verspreiding van de veiligheidsprestaties van de reactoreenheid. De ECM neemt deel aan tal van comités en behoudt daardoor een goed overzicht over de operationele prestaties. Hij vervult een belangrijke rol in het (in een vroeg stadium) signaleren van mogelijke veiligheidsissues naar een hoger niveau in de organisatie. Hij is ook systematisch aanwezig bij de SORC, waar hij het senior management informeert over de verschillende veiligheidsissues.

✓ NV&B-plannen en Site-Objectieven rapporteren over de operationele veiligheid

De rapporten NV&B-plannen en Site-Objectieven bevatten waardevolle informatie over de operationele veiligheidsprestaties. Ze worden besproken in de verschillende veiligheidscomités en zijn voor iedereen in de organisatie toegankelijk via de geëigende kanalen.

6.8.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Er zijn geen acties specifiek voor Doel 1&2.

6.8.3.4 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3&4 zijn meerdere verbeteringen opgenomen die van toepassing zijn op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF8-1: Herevaluatie van de prestatie-indicatoren uitgaande van IAEA TecDoc 1141 Operational Safety Performance Indicators for Nuclear Power**

Dit gebeurt in overleg met Tihange en Electrabel Corporate als voorbereiding op de *WANO Corporate Peer Review 2016*.

Door het huidige systeem van indicatoren (Tier-indicatoren) beter af te stemmen op de internationale aanbevelingen en goede praktijken kan de meerwaarde ervan als instrument om de nucleaire veiligheid te bewaken, aangescherpt worden. Momenteel worden niet alle domeinen qua *Safety Performance* opgevolgd in het KPI-systeem en er is vrijwel geen hiërarchische structuur aanwezig die toelaat om clustervorming in afnemende veiligheidsprestaties te detecteren. Er is weinig overeenstemming met indicatoren van andere Europese licentiehouders en er is geen globale visie op het gebruik van drempelwaarden. Ook zou meer aandacht moeten gaan naar de specifieke eigenschappen van de indicatoren.

✓ **D3-SF8-3: Verder uitlijnen van de prestatieindicatoren op IAEA TECDOC 1141 (SF8-extra 1)**

Het attribuut *Plant operates with low risk* wordt vervolledigd. Er worden ook bijkomende indicatoren ontwikkeld betreffende de veroudering van de uitrustingen, correctief onderhoud, oorzaakgerelateerde indicatoren voor significante incidenten met inbegrip van menselijke fouten, recurrentie van gebeurtenissen en de performantie van het *self assessment*.

✓ **D3-SF8-15: Selecteren van bijkomende indicatoren voor Plant operates with low risk**

Selecteren van bijkomende indicatoren zoals voorgesteld in IAEA TECDOC 1141 om het attribuut *Plant operates with low risk* nauwkeuriger te dekken.

✓ **D3-SF8-16: Opstellen van een procedure voor de bepaling van KPI's voor radioactieve lozingen**

Er bestaat geen procedure die de methodologie beschrijft om de nagestreefde KPI's voor radioactieve lozingen af te leiden en te updaten. Deze verbetering is ook in de veiligheidsfactor *Radiological impact on the environment* vermeld.

6.8.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

Er zijn verschillende interfaces tussen SF8 (*Safety Performance*) en de andere veiligheidsfactoren. Een overzicht.

Het assessment *Actual condition of systems, structures and components (SF2)* gaat na of de veiligheidsgebonden systemen, structuren en componenten (SSC) nog steeds voldoen aan de ontwerpvereisten en of dit voldoende gedocumenteerd is in de SHR. Veiligheidsfactor *Ageing (SF4)* gaat na of het Verouderingsbeheer afdoende is zodat de veiligheidsfuncties behouden blijven, nu en in de toekomst. De conclusies van beide SF zijn van groot belang in het assessment van Doel 1&2.

Het assessment *Use of experience from other plants and research findings (SF9)* gaat na of de intern opgedane ervaring, de feedback afkomstig van andere NPP en andere onderzoeksresultaten voldoende worden ingezet om veiligheidsverbeteringen door te voeren. De overlap met SF8 bestaat hierin:

- Bij SF8 worden het globale kader, de drempelwaarden en de algemene kenmerken van de veiligheidsindicatoren afgetoetst aan de voorschriften van de IAEA en de EU. Bij SF9 worden aanbevelingen gedaan met betrekking tot specifieke indicatoren in de context van de continue verbetering, waarvan de effectiviteit slechts ten dele wordt opgevolgd door de KPI Tier 1 en 2.
- Bij SF8 gaat het om de globale evaluatie van de veiligheidsprestaties op basis van de operationele ervaring (OE), terwijl SF9 nagaat of het OE-proces en het correctief actieplan wel voldoende effectief en efficiënt verlopen.

Het assessment *Organization and administration* (**SF10**) onderzoekt of de organisatie en administratie wel voldoende ondersteunend werken in het veilig functioneren van de kerncentrale. Het assessment SF8 gaat na of de verschillende veiligheidscomités voldoende coherent functioneren, terwijl SF10 zich meer richt op de adequate werking. Het assessment **SF12** gaat na in hoeverre de menselijke factor van invloed is op de veiligheidsprestaties.

Het assessment *Radiological impact on the environment* (**SF14**) gaat na of de radiologische impact van de centrale wel adequaat genoeg wordt opgevolgd. De overlap bestaat hierin dat deze gegevens worden aangewend en besproken tijdens het assessment SF8. Deze overlap vindt trouwens een neerslag in een overlappend assessment-rapport, dat als input dient voor beide SF.

6.8.4 Werkwijze

Bij het assessment *Safety Performance* (SF8) zijn de volgende vijf stappen gevolgd:

- 1 Trend- en geschiktheidsanalyse van de indicatoren inzake nucleaire veiligheid (KPI Tier 1, 2 en 3, WANO KPI) in vergelijking met de indicatoren van de andere kerncentrales (benchmark).
- 2 Geschiktheidsanalyse van het rapporteringssysteem als meetinstrument voor de bewaking van de nucleaire veiligheid.
- 3 Analyse van het systeem voor de verwerking van de resultaten van de periodieke evaluatie in verband met onderhoud, testen, inspecties, vervangingen en wijzigingen.
- 4 Analyse van de gegevens over radioactieve lozingen en afvalstoffen, stralingsdoses en besmettingsrisico (om zo na te gaan of ze binnen de voorgeschreven limieten blijven, zo laag zijn als redelijkerwijs haalbaar is (ALARA), en of ze correct worden beheerd).
- 5 Identificeren van de sterktes en mogelijke verbeteringen.

6.9 Use of Experience from other Plants and Research Findings (SF9)

De manier waarop Doel de interne en externe operationele ervaring (OE) organiseert en afhandelt, het zogenoemde OE-proces, ligt volledig in lijn met de wettelijke vereisten en internationale normen. Dat blijkt uit het assessment *Use of Experience from other Plants and Research Findings* (SF9). Sinds de aanstelling in 2008 van de OE Managers is er bovendien een opwaartse trend ingezet, met scherpe doelstellingen en een sterk engagement in alle geledingen.

De verbeteringsvoorstellen die voortkomen uit de Tienjaarlijkse Herziening van Doel 3, worden ook geïmplementeerd bij Doel 1&2 en bij Doel 4 aangezien het proces toepasselijk is op de hele site. Er is ook een gemeenschappelijke IT-toepassing (OE SAP) ontwikkeld waarmee de informatie-uitwisseling volledig geïntegreerd kan verlopen.

6.9.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Use of Experience from other Plants and Research Findings* (SF9) onderzoekt of er in voldoende mate operationele ervaring (OE) en studiewerk wordt uitgewisseld met andere kerncentrales, operatoren en alle mogelijke stakeholders. Zoals aangegeven in *Scope and Methodology* [REF ALG-2] gaat het niet alleen om externe maar ook om interne OE. De uiteindelijke bedoeling is om alle relevante problemen te evalueren, en zodoende sterke punten en mogelijke verbeteringen aan het licht te brengen. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review of experience from other plants and research findings is to determine whether there is adequate feedback of safety experience from other nuclear power plants and of the findings of research."

IAEA NS-G 2.10 [REF ALG-1]

6.9.2 Evolutie van de centrale

De laatste tien jaar heeft Electrabel verschillende organisatorische veranderingen doorgevoerd als gevolg van de programma's NUC 21 (2000) en NUC 21+ (2005). Beide programma's hebben een grote invloed gehad op de activiteiten in Doel en Tihange, op Corporate-niveau en op de opvolging van de veiligheidsprestaties.

6.9.2.1 Periode tot 2005

Voor meer details zie hoofdstuk 6.8.2.1 'Periode tot 2005' (SF8).

6.9.2.2 Periode van 2005 tot 2009

Voor de zes verbeteringstrajecten van het in 2005 opgestarte programma NUC 21+ zie hoofdstuk 6.8.2.2 'Periode van 2005 tot 2009' (SF8). Ter aanvulling:

- In 2008 zijn OE Managers aangesteld in de departementen *Operations* en *Maintenance*. Hun functie bestaat erin om het OE-proces in de dagelijkse activiteiten aan te sturen en te ondersteunen.
- In 2009 is het *Committee for Operating Experience* (COE) opgericht. Het was samengesteld uit de SPOC's OE van elk departement.

6.9.2.3 Periode na 2009

- Tussen 2010 en 2012 is de TJH van Doel 3 en de Water- en Afvalbehandelingsinstallatie (WAB) uitgevoerd.
- In 2010 heeft Electrabel Corporate een *Nuclear OE Manager* aangesteld met als taak een gemeenschappelijke OE-visie te ontwikkelen. Met andere woorden: een visie op Corporate-niveau in samenwerking met Doel en Tihange en met de historische partners Tractebel Engineering en Laborelec.
- In 2012 is de functie van *Process Performance Manager* (PPM) gewijzigd in *Continuous Improvement Manager* (CIM). Deze laatste rapporteert rechtstreeks aan de directie van de site.
- In 2013 is het *Committee for Internal Experience* (CIE) opgeheven. De verantwoordelijkheid voor analyses en correctieve maatregelen is geïntegreerd in de respectieve hiërarchische lijnen.
- Ter ondersteuning van de hiërarchische lijn van de analist is aan het COE een belangrijkere rol toegekend in het multidisciplinair onderzoek en de toepasselijkheidsanalyse van externe events.
- Aangezien SMARTGEN (*Suggestions, Mentions, Actions and REX together in GENeration*) niet aan alle behoeften van de nucleaire OE wist te voldoen, is beslist om een gezamenlijke tool voor Doel, Tihange en Electrabel Corporate te ontwikkelen: de OE SAP-toepassing.

6.9.3 Assessment

6.9.3.1 Algemene bevindingen

Organisatie

Binnen de schoot van BeLux Generation (BEG) is er werk gemaakt van een *high level* OE-organisatie. De organisatie werkt op basis van een beleidsnota met verwachtingen (*fundamentals*) die gelden voor Doel en Tihange, voor alle medewerkers (KCD en Corporate) en voor alle contractanten. Deze *fundamentals* zijn duidelijk geformaliseerd en worden regelmatig gecommuniceerd naar alle geledingen.

Op departementsniveau wordt het OE-proces in de eerste plaats aangestuurd door de SPOC's OE, daarin geruggesteund door de departementshoofden en de volledige hiërarchische lijn. Alle relevante informatie zoals interne en externe incidenten, algemene bevindingen, observaties en allerlei ervaringen wordt aan alle betrokkenen meegedeeld via directe communicatie en voor- of nabespreking, via specifieke IT-toepassingen, enz.

Documentenbeheer

Uit de assessments van Doel 3 en het WAB is gebleken dat bij de OE-aanpak te veel verschillende IT-middelen worden ingezet. Dit is deels te verklaren door het gebruik van zowel officiële (in het proces gedefinieerde), als 'lokale' (binnen de departementen en de diensten gehanteerde) toepassingen.

Het huidige assessment SF9 heeft bij de OE-aanpak ook enkele pijnpunten en risico's blootgelegd: een gebrekkige duplicatie van informatie, vertragingen, gemiste kansen om informatie in de praktijk te delen of aan andere processen te koppelen, enz. Om hieraan tegemoet te komen hebben Doel en Tihange samen met Electrabel Corporate een gemeenschappelijke tool ontwikkeld die alle bestaande toepassingen van Doel en Tihange integreert.

Aan de meldingen in de OE SAP-toepassing kunnen documenten van SAP DMS en orders (werkorders, aankooporders, enz.) gelinkt worden. Uit de analyse van de documenten in het kader van LTO is overigens gebleken dat de systematiek heel efficiënt is. De werkwijze is gestandaardiseerd. Alle meldingen, orders en documenten zijn opgenomen in SAP, ze zijn traceerbaar en makkelijk terug te vinden.

Verwerking van de informatie

De manier van OE-informatieverwerking wordt in Doel systematisch geëvalueerd: intern via audits, reviews en assessments (bijvoorbeeld *Yellow Sticky Exercises* op teamniveau) en extern via Bel V-inspecties, OSART-missies, *WANO Peer Reviews*, verzekeringsaudits, enz. Een wekelijkse update geeft een overzicht van alle openstaande en/of afgeronde issues (analyses, correctieve maatregelen, enz.), wat het management de mogelijkheid biedt om tijdig te reageren en indien nodig bij te sturen.

Wat de menselijke factor hierin betreft is er een duidelijke evolutie merkbaar sinds de vorige assessments van Doel 3 en de WAB. De verschillende hiërarchische niveaus zijn intussen opgeleid tot HU-coaches. Zij gaan na of de teams de HU-tools goed en efficiënt gebruiken.

Rapportering

Van alle medewerkers wordt verwacht dat ze aandachtspunten, afwijkingen, problemen en goede praktijken rapporteren. Om hen daarbij te ondersteunen zijn jaarlijkse objectieven bepaald. Daardoor is het ook makkelijker om trendanalyses uit te voeren op basis van minder belangrijke events en bijna-incidenten. De objectieven worden jaar na jaar verhoogd om de trendanalyses zo efficiënt mogelijk te maken: er is immers een statistisch representatieve steekproef nodig.

De externe rapportering is volledig in lijn met de regelgeving en internationale normen. Het gebeurt dat bepaalde issues gerapporteerd worden aan fabrikanten of leveranciers, meestal wanneer een probleem een oplossing behoeft, maar niet altijd in het kader van uitwisseling van ervaring met derden. Dit tweerichtingsverkeer zou vlotter kunnen, en vooral systematischer.

Tijdigheid

De gangbare praktijk is dat interne gebeurtenissen of incidenten gescreend worden na het opmaken van de Meldingsfiche (MF). De nieuwe OE SAP-toepassing heeft de gemiddelde doorlooptijd met de helft doen dalen.

De uitvoeringstermijn voor de analyses is strikt vastgelegd, en er gebeurt een nauwgezette opvolging op managementniveau. Wie verantwoordelijk is voor de acties kan extra tijd

vragen, volgens strenge regels en met de formele goedkeuring van de departementsverantwoordelijke. De achterstand in de uitvoering van de analyses is in 2010 drastisch verminderd en is sindsdien minimaal.

Kwaliteit

Bij de analyses maakt Doel gebruik van de *Root Cause Analysis*-methode van WANO. Om de juiste correctieve acties te bepalen, kiest Doel er sinds meer dan een jaar voor om een grondoorzaakanalyse uit te voeren. Uit de eerste resultaten blijkt inderdaad een zichtbare kwaliteitsverbetering.

Na de assessments van Doel 3 en de WAB is onder meer een procedure gevolgd om de efficiëntie van de correctieve maatregelen al tijdens en vervolgens na hun effectieve implementering te evalueren. De huidige scope is beperkt tot ernstige voorvallen (incidentrapporten) en *Significant Operating Experience Reports* (WANO SOER). Het beperkte aantal van dit soort voorvallen – slechts 15 à 20 per jaar – zou de effectiviteit van de procedure zelf kunnen ondermijnen. Daarom lijkt het nuttig om de scope uit te breiden naar andere voor de veiligheid belangrijke voorvallen, ook al zijn het geen echte incidenten.

Gebruik van OE

LTO is opgestart als een gemeenschappelijk project voor Doel en Tihange. Er zijn toen heel veel documenten voor Doel 1&2 geproduceerd. Opmerkelijk daarbij is de systematische aanpak voor het gebruik van OE: MF en IV, NBW, JCO, *cross-check* met BEST-project, vergelijking met de meest recente internationale verwachtingen over de niveaus van nucleaire veiligheid, enz.

6.9.3.2 Sterktes

✓ De managementverwachtingen zijn sterk praktisch gericht

Sinds 2012 is de brochure *Management Expectations* vervangen door *Fundamentals*. De *fundamentals* zijn meer taak- en jobgericht en presenteren de OE als een essentiële verwachting vanwege het management.

✓ Er is een gemeenschappelijk platform voor de opvolging van zowel interne als externe voorvallen

Externe voorvallen die in aanmerking komen voor verdere opvolging, ondergaan hetzelfde proces als de interne voorvallen. Deze werkwijze zorgt ervoor dat de voorvallen traceerbaar zijn en makkelijk consulteerbaar voor de medewerkers. Het toont ook aan dat het OE-proces een eenduidig en geconsolideerd proces is.

✓ Management en staff pakken achterstanden effectief aan

De achterstand in de behandeling van incidenten is de laatste jaren sterk verminderd en blijft erg klein, en dit dankzij het engagement van het management en de volledige staff.

✓ SAP-toepassing verzekert effectieve opvolging van ervaringsbeheer en correctieve acties

De nieuwe OE SAP-toepassing maakt het mogelijk om interne en externe voorvallen en/of incidenten, werkorders, reparaties, vervangingen, enz. te linken aan locaties en uitrustingen. Dit zal helpen om mogelijke recurrenties of voortekenen accurater te traceren. OE SAP is een gemeenschappelijke tool voor Doel, Tihange en Electrabel Corporate, wat het delen van informatie veel doeltreffender maakt.

6.9.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Er zijn geen acties specifiek voor Doel 1&2 geïdentificeerd.

6.9.3.4 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3&4 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF9-1: Afspraken omtrent ervaringsbeheer met Tractebel Engineering en Laborelec verduidelijken en formaliseren in een document (actie Corporate)**

Dit moet bevatten:

- Duidelijke en precieze omschrijving van de missie.
- Lijst met verwachtingen.
- Rollen en verantwoordelijkheden.
- Verwachte resultaat inclusief tijdigheid en criteria voor evaluatie.
- Hoe er overlegd zal worden (in/uit en uitwisseling).

✓ **D4-SF9-3: De initiële screening van externe voorvallen verbeteren**

Het belangrijkste doel is de subjectiviteit van de eerste *screening* beperken. De verdere synergie tussen KCD en CNT wordt verhoogd alsook deze van Electrabel Corporate.

✓ **D4-SF9-5: Verbeteren van het proces van de screening van de IRS'en**

Dit gebeurt samen met beide sites en Tractebel Engineering, met een grotere focus op ontwerp en de hieraan gekoppelde analysediepgang. Dit alles wordt beschreven in Electrabel-procedures met linken naar de procedures van Tractebel Engineering.

✓ **D4-SF9-6: Formaliseer de missie en activiteiten van het PSI-comité**

Dit alles neerschrijven in een document (inclusief rollen, verantwoordelijkheden, competenties, interacties, enzovoort).

✓ **D3-SF9-1: Integratie van ervaring uit andere processen in het ervaringsbeheer (SF9-extra 1)**

Ervaringsbeheer is veel meer dan de analyse van interne en externe ervaringsberichten. In de eigen organisatie zijn er vele processen die continu de eigen ervaringen samenbrengen, evalueren en verbeteringen starten. Enkele voorbeelden zijn: opvolging *rework*, *After Action Review*, *System Health Reports*, analyse oliestalen, enzovoort. Een nieuw document (ERV/00) beschrijft welke bestaande processen bijdragen tot het ervaringsbeheer.

✓ **D3-SF9-4: Onderzoeken van de effectiviteit van toegepaste verbeteringsmaatregelen**

Onderzoeken of de effectiviteit van toegepaste verbeteringsmaatregelen toereikend is en of de maatregelen zullen voorkomen dat een gebeurtenis zich voordoet of zich herhaalt. In 2011 is hiervoor een procedure opgesteld. De eerste stap is de evaluatie van de verbeteringsmaatregelen die volgden op de incidentrapporten van het vorige jaar.

✓ **D3-SF9-5: Identificeren en voorkomen van herhaling van ongewenste gebeurtenissen**

Identificeren van ongewenste gebeurtenissen en voorkomen dat ze herhaald worden. Het operationele ervaring-proces in Doel moet gelijksoortige of herhalende gebeurtenissen onderzoeken en identificeren om de effectiviteit van de eventuele al toegepaste verbeteringsmaatregelen te beoordelen en om neerwaartse trends te identificeren. Voor die beoordeling en evaluatie moeten KPI's opgesteld en geëvalueerd worden.

6.9.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

Veiligheidsfactor *Plant Design* (**SF1**) is onder meer bedoeld om na te gaan of wijzigingen aan de installatie correct zijn aangepakt en geregistreerd. De interface gaat in dit geval na of de link tussen de wijzigingen en het onderliggende voorval traceerbaar is. Dit is al aangestipt bij de TJH van Doel 3 en de WAB, en is intussen aangepakt.

Er is een interface met veiligheidsfactor *Actual Condition of Systems, Structures and Components* (**SF2**) en veiligheidsfactor *Ageing* (**SF4**), zijnde de SHR. Deze vormen het gemeenschappelijke proces dat de 'gezondheid' van de SSC onderzoekt. Daarbij wordt gebruikgemaakt van WF en MF.

Voor meer informatie over de interface met **SF8** (zie hoofdstuk 6.8.3.4 'Actieplan PSRII Doel 3&4').

De interface met veiligheidsfactor *Organization and Administration* (**SF10**) en *The Human Factor* (**SF12**) heeft te maken met het in aanmerking nemen van de menselijke factor en de manier van rapporteren in het OE-proces.

De interface met veiligheidsfactor *Procedures* (**SF11**) onderzoekt of de OE voldoende geïntegreerd is in het updaten van de procedures.

Veiligheidsfactor *Emergency Planning* (**SF13**) is een goed voorbeeld van de manier waarop OE wordt benut. De kernramp in Fukushima leidde immers niet alleen tot verbeteringen in het kader van het BEST-actieplan maar ook tot meerdere bijkomende initiatieven: vergaderingen over noodplanorganisatie, delegatiebezoek aan Japan, enz.

De assessoren van veiligheidsfactor *Radiological Impact on the Environment* (**SF14**) hebben de SF9-assessoren geïnformeerd over mogelijke verbeteringen aan de thematische procedure ERV/01 met betrekking tot voorvallen met een radiologische impact.

6.9.4 Werkwijze

Bij het assessment *Use of Experience from other Plants and Research Findings* (SF9) zijn de volgende stappen gevolgd:

1 Afbakenen van de scope van het assessment.

De scope en methode zijn rechtstreeks afgeleid van de IAEA NS-G-2.11 [REF SF9-1]. De referentieperiode is daarbij rechtstreeks gekoppeld aan het regelgevende kader: van 1 januari 2004 tot 31 december 2011.

2 Vergelijken met resultaten derde TJH Doel 3 en de WAB.

Er is reeds een grondige evaluatie van het OE-proces uitgevoerd als onderdeel van de derde TJH van Doel 3 en de WAB. Die evaluatie heeft een aantal tekortkomingen blootgelegd, die als basis dienen voor deze vierde TJH van Doel 1&2. De assessoren hebben nagekeken of de tekortkomingen reeds zijn aangepakt. Daarbij is ook rekening gehouden met de meest recente zaken, en is de referentieperiode verlengd tot eind 2014.

3 Evalueren van OE-organisatie.

Er is nagegaan hoe Electrabel de verwerking van de OE organiseert en in welke mate die organisatie is geëvolueerd: structuur van de organisatie, *governance* en beleid, stakeholders en hun plichten en verantwoordelijkheden, verwachtingen van het OE-proces zelf, enz.

4 Evalueren van OE-gebruik.

Door de bestaande afspraken en de relaties met de stakeholders na te kijken is nagegaan of de OE wel voldoende adequaat wordt gebruikt.

5 Evalueren van OE-proces.

Het huidige OE-proces is vergeleken met de scope, methodologie en normen. Van elke stap in het OE-proces (verzameling en rapportering, *screening*, analyse, correctieve maatregelen, gebruik en verspreiding van OE, IT-tools) is een korte beschrijving gegeven, is de evolutie en huidige toestand geschetst, en is een beoordeling opgemaakt. Dat laatste is gebeurd aan de hand van:

- Documenten en gegevens: procedures, auditrapporten, herzieningen, *self assessments* en *management reviews*, behandelde voorvallen, statistieken, trends, enz.
- Observaties op het terrein.
- Meetings OE-comité, briefings en debriefings, opleidingssessies, interviews, bespreking met de tegenpartijen, enz.

6 Identificeren van sterktes en mogelijke verbeteringen.

De sterktes en mogelijke punten van verbetering zijn geïdentificeerd, en verantwoord aan de hand van de regelgeving, de internationale standaarden of de beoordeling van de assessor.

6.10 Organization and Administration (SF10)

Uit het assessment van veiligheidsfactor *Organization and Administration (SF10)* blijkt dat de resultaten globaal gezien in lijn zijn met de geldende nucleaire industriestandaarden.

6.10.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Organization and Administration (SF10)* gaat na of de organisatie en de administratie de veilige werking van Doel 1&2 op adequate wijze ondersteunen. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review of organization and administration is to determine whether the organization and administration are adequate for the safe operation of the nuclear power plant."

IAEA NS-G 2.10 [REF ALG-1]

6.10.2 Evolutie van de centrale

Veiligheidsfactor *Organization and Administration (SF10)* is opgebouwd uit de volgende elementen:

- Managementsystemen
- *Quality Assurance (QA)*
- *Staffing*
- *Contractors*
- Getuigendocumenten
- *Configuration management*
- *Regulatory compliance*

6.10.2.1 Managementsysteem

De site Doel beschikt over *care*-systemen voor nucleaire veiligheid, *Health & Safety*, milieu en *security*. Er zijn gepaste structuren en specifieke comités in het leven geroepen om deze systemen op te volgen. Ze worden ook regelmatig geauditeerd. Vanuit Electrabel Corporate is het *Nuclear Generation Management System (NGMS)* geïnstalleerd – het werd in 2015 opnieuw gelanceerd.

6.10.2.2 Quality Assurance (QA)

Er is een QA-programma dat gelinkt is aan het werkorderbeheer. Het krijgt regelmatig een audit door de dienst *Process Performance Management (PPM)*, die door Electrabel Corporate aangestuurd wordt. In 2013 startte Corporate een proces op voor de opvolging van de

kritische leveranciers. De kwaliteitscontrole (QC1) werd de laatste jaren verder uitgewerkt: dit had een verbetering in de procedures van *Operations* en *Maintenance* tot gevolg.

6.10.2.3 Staffing

De rollen en de verantwoordelijkheden in de organisatie zijn verder gedefinieerd. Zo beschikt *Operations* nu over een technische assistentiecel (TACB) met een duidelijke rol voor de bedrijfschef en de *Senior Reactor Operator* (SRO). Bij *Maintenance* is een bijkomend niveau van diensthoofden toegevoegd.

Bij de *staffing* is een globale toename merkbaar sinds 2007. Na de tijdelijke terugloop als gevolg van de Definitieve Stofzetting (DSZ) is de trend nu weer stijgend dankzij de geplande levensduurverlenging (LTO).

6.10.2.4 Contractors

Het *contractor*-management is vanuit *Maintenance* gestart en vanaf 2013 verder op siteniveau uitgebouwd, en dit in overleg met Tihange. De laatste jaren is er conform het WENRA-actieplan werk gemaakt van een kwalificatie- en observatieprogramma voor *contractors*.

6.10.2.5 Getuigendocumenten

De laatste jaren is het volledige klassemmentsbeheer doorgelicht en zijn er specifieke procedures voor de archivering (ook elektronisch) opgesteld. Er is ook in belangrijke mate vooruitgang geboekt in het beheer van getuigendocumenten (*records*). Onder meer dankzij SAP is de raadpleegbaarheid verbeterd.

Deelprojecten zijn opgestart voor het digitaliseren van informatie en het verplaatsen (archiveren) van oudere documenten naar het opleidingscentrum Scaldis in Kallo of naar een externe opslag. Het uitleenen verloopt systematisch via een uitleenboek.

6.10.2.6 Configuration management

Configuration management omvat verschillende processen: wijzigingsbeheer, projectmanagement, documentmanagement, beheer van afwijkingen, enzovoort.

- In 2014 is aan meerdere deelaspecten gewerkt: een verbeterde Q-list, behandeling van afwijkingen, tijdelijke configuraties, *System Health Reports* (SHR), enzovoort.
- Een overkoepelende werkgroep (Corporate, Doel, Tihange) formuleerde eerder al aanbevelingen om het wijzigingsbeheer te optimaliseren. Er volgden meerdere upgrades.
- De aanbevelingen uit de LTO-studie zijn mee opgenomen.
- Sinds 2012 is er een procedure *design authority*.
- Sinds begin 2015 is er een eerste versie van *configuration management*.
- Nucleaire Veiligheid en Design hebben elk een afdelingshoofd.

6.10.2.7 Regulatory compliance

Er is een duidelijk proces aanwezig voor het beheer van de *regulatory compliance*. Het *Electrabel Corporate Nuclear Safety Department* (ECNSD) heeft eerder al een upgrade van de nucleaire referentie gemaakt, en in 2013 begeleidde de dienst een assessment van de nucleaire veiligheidscultuur. De WENRA-gerelateerde projecten waren daarbij de belangrijkste activiteiten. Vanuit Electrabel Corporate is werk gemaakt van een betere projectopvolging.

6.10.3 Assessment

6.10.3.1 Algemene bevindingen

Uit het assessment van veiligheidsfactor *Organization and Administration* (SF10) blijkt dat op één na alle aspecten (NGMS, QA, organisatie en *staffing*, *contractor management*, *records*, *regulatory compliance*) voldoen aan de geldende industriestandaarden, en dit als gevolg van het continue streven naar verbetering. Bij het *Configuration Management* is nog ruimte voor verbetering (OFI, zie verder).

Managementsysteem

Het NGMS, inclusief de aanverwante zorgsystemen, biedt een duidelijk referentiekader en is als zodanig in lijn met de industriestandaard. In het kader van de continue verbetering zal het systeem zeker verder evolueren en beter geïmplementeerd worden.

- Het geheel van KPI's en dashboards kan bijvoorbeeld vollediger, waardoor elk beslissingsniveau over een set ondersteunende parameters zal kunnen beschikken.
- In het kader van de overgang van DSZ naar LTO kan het aspect *change management* nog versterkt worden. Het nog uit te werken risicomanagement en communicatieplan zijn hieraan gelinkt.

Quality Assurance

Uit het assessment blijkt dat de verschillende luiken van het QA-programma (KPI's, opvolging, auditering en continue verbetering) in lijn zijn met de industriestandaard.

- Er is aandacht voor QA bij het werkplansysteem, de opvolging van niet-conformiteiten en de aankoop.
- In de context van de continue verbetering kan worden aangestipt dat de *staffing* voor kwaliteitscontrole QC2 en PPM verder ingevuld wordt, dat de kwaliteitscontrole QC1 binnen *Maintenance* verder versterkt wordt en dat proactiever wordt opgetreden wat QA-wisselstukken betreft.
- Specifiek voor LTO is een programma opgestart om de kwalificatie van componenten (RSQ) te verbeteren.

Organisatie en staffing

Het aspect 'organisatie en *staffing*' behelst de processen en procedures voor *staffing*, *people review*, rekrutering en selectie. Het assessment maakt duidelijk dat het volledig in lijn is met de industriestandaard.

- Tijdelijke vervangingen en piekmomenten worden pragmatisch aangepakt.
- Per afdeling zijn er organisatieprocedures, die regelmatig geüpdatet worden.

- De *staffing* bij grote projecten kan nog een stuk proactiever aangepakt worden.
- De versterking bij *Engineering* is nog niet gerealiseerd.
- Door de omschakeling van DSZ naar LTO staan enkele functies nog open. Er is een speciale *taskforce* opgericht om hierin snel de gewenste rekrutering te realiseren.
- Er zijn meerdere langetermijnscenario's ontwikkeld om de aanpak te bepalen. Dit is het gezamenlijke werk van het LTO-team, de site Doel en Tractebel Engineering.

Contractor management

Het *contractor management* behelst een systematische aanpak van de kritische leveranciers, inclusief de opvolging (kwaliteit en veiligheid) van de uitgevoerde acties. Volgens het assessment is dit aspect volledig in lijn met de industriestandaard.

- Er zijn KPI's gedefinieerd om de performantie op te volgen.
- Er is een centrale databank van evaluaties en correctieve acties.
- Er zijn gezamenlijke *fundamentals* opgesteld voor Doel en Tihange.
- In het kader van de continue verbetering kan nog aangestipt worden: de transversale aanpak (over alle departementen heen) kan beter, de realisatie op het terrein dient bewaakt te worden, en de verbeteracties die voortkomen uit de evaluatie van de contractanten, verdienen meer aandacht.

Records

Sinds vele jaren verloopt het aspect *records* conform de industriestandaard, en dit door de systematische aanpak en de volgehouden inspanningen van het documentmanagement.

- De aanpak van classificatie, archivering en bewaring wordt voortdurend verbeterd. De procedures worden voortdurend geoptimaliseerd.
- In het kader van de continue verbetering is er nog vooruitgang mogelijk wat de controle op de inhoudelijke integriteit van de ontleende documenten betreft, en het verder digitaliseren van plannen en technische documentatie.
- Voor de opvolging van de LTO-documenten is een specifiek proces opgestart.

Configuration Management

Wat het *configuration management* betreft, is er vooruitgang geboekt op een aantal vlakken. Er is bijvoorbeeld een procedure die de deelaspecten beschrijft, er zijn indicatoren, en er is opvolging en continue verbetering. Op een aantal andere vlakken is er nog ruimte voor verbetering, of *Opportunity For Improvement* (OFI):

- Sommige *dedicated* functies (*Design Engineer*, *System Health Engineer* e.a.) zijn nog vacant. Mede daardoor is de managementpraktijk nog niet volledig coherent, kunnen de intenties vervat in de procedures *design authority* en wijzigingen nog niet ten volle gerealiseerd worden, en kan Care Nucleaire Veiligheid zijn onafhankelijke controlefunctie nog niet optimaal uitoefenen.
- Er zijn nog geen specifieke procesopleidingen, auditering en indicatoren (wel voor de deelaspecten).
- De *design authority* en design-ingenieurs kunnen nog niet beschikken over makkelijk te consulteren informatie over de documenten die deel uitmaken van de ontwerpbasis.
- De visies en de coördinatie met Electrabel Corporate en Tihange zijn nog in evolutie.
- Er moet werk gemaakt worden van een functiebeschrijving voor de design-ingenieurs.

- De aanbevelingen vanuit het deel *Knowledge & Behavior* uit het LTO-programma, meer bepaald het praktisch bepalen van niveaus van design-basiskennis, nodig om specifieke rollen en functies te kunnen vervullen, moeten verder geïmplementeerd worden.

Regulatory Compliance

Uit het assessment blijkt dat het luik *Regulatory Compliance* volledig in lijn is met de industriestandaard. Er is een lopende praktijk en er zijn tools en procedures om de verantwoordelijkheden te bepalen. De laatste jaren zijn er ook verbeteringen doorgevoerd op het vlak van de projectmatige aansturing (Corporate) en het proactief werken, meer in het bijzonder wat de projecten betreft die voortvloeien uit de WENRA-regelgeving. In het kader van de continue verbetering is er zeker nog vooruitgang mogelijk:

- De aanpak kan nog gestroomlijnder en de nog openstaande WENRA-trajecten verdienen verdere opvolging; dit laatste is een lopend project.
- De aanpassingen aan het Veiligheidsrapport als gevolg van de *design upgrade* moeten verder opgevolgd worden.
- De projecten gerelateerd aan de deadline T_0 worden prioritair opgevolgd.

6.10.3.2 Sterktes

De resultaten van het assessment *Organization and Administration* (SF10) zijn in lijn met de industriestandaarden. Er zijn geen specifieke sterktes geïdentificeerd.

6.10.3.3 Long Term Operation (LTO)

Het LTO-assessment van SF10 is een assessment van het 'LTO-realisatieprogramma in wording' gedurende de assessment-periode. Er is geen specifieke maatstaf (*yardstick*) voor LTO gebruikt. Het assessment is verlopen volgens de aspecten van SF10. Per aspect is een LTO-assessment uitgevoerd.

Algemene bevindingen

Op één na zijn alle aspecten in lijn met de industriestandaarden.

Opmerkingen:

- Het aspect *staffing* doet het daarbij beter dan de reeds algemeen in lijn zijnde evaluatie. Er zijn immers meerdere langetermijnscenario's ontwikkeld om de aanpak te bepalen. De organisatie is bovendien goed op weg om de gewenste rekrutering te realiseren.
- Het aspect 'managementsystemen' is in lijn met de industriestandaard. Er dient wel gewezen op het voor dit programma nog te ontwikkelen aspect *change management* (zie ook SF12).

Opportunities for improvement (OFI)

Voor *Configuration Management* blijft er een algemene, niet-LTO-specifieke OFI van kracht. Het LTO-programma kan hier echter beter presteren dan de globale aanpak indien van de kernactiviteiten met betrekking tot de *design upgrade* wordt gebruikgemaakt om dit proces te verbeteren (voor de hele site en Electrabel). Er is ook de noodzaak om een effectief programma om het kennisbeheer van de *design basis* te ontwikkelen (een preconditionie). Dit wordt in SF12 besproken als onderdeel van het aspect *people management*.

Suggesties

Het TJH-assessment is een assessment van een programma in opbouw. De bevindingen kunnen dus in de komende periode nog evolueren. Daarom zijn de suggesties niet bedoeld als TJH-actiepunten maar slechts als onderdeel van het *continuous improvement* van het LTO-programma. De belangrijkste suggesties zijn:

- Ontwikkel het risico- en kwaliteitsmanagement voor het programma in samenhang met communicatie en *change management* (zie ook de suggestie in SF12).
- Voor de site en Electrabel Corporate: maak gebruik van de LTO-wijzigingen met impact op het design als middel om de aanpak (en de procedure) van *configuration management* te verbeteren. Op die manier wordt ook werk gemaakt van een SALTO-aandachtspunt.

6.10.3.4 Geselecteerde verbeteringen

Aangezien de resultaten van het assessment *Organization and Administration* (SF10) in lijn zijn met de industriestandaarden, zijn er geen specifieke verbeteringen geïdentificeerd. In het kader van LTO *Knowledge and Behavior* zijn al verbeteringen geselecteerd. Die verbeteringen zijn opgenomen in de precondities LTO en worden verder opgevolgd in het kader van de continue verbetering.

6.10.4 Werkwijze

6.10.4.1 'Organization and Administration' (SF10) versus 'The Human Factor' (SF12)

Het wettelijke referentiekader van veiligheidsfactor *Organization and Administration* (SF10) is minder relevant aangezien de internationale industriestandaarden worden gevolgd. De standaarden voor de deelaspecten zijn sterk verschillend.

Verschil tussen beide

De veiligheidsfactoren *Organization and Administration* (SF10) en *The Human Factor* (SF12) zijn nauw met elkaar verbonden en moeilijk van elkaar te scheiden. De implementering wordt sterk beïnvloed door de lokale culturele context. SF12 wordt gedragen door het concept 'nucleaire veiligheidscultuur en nucleaire veiligheidsstrategie'. SF10 heeft als dragend concept 'managementsystemen'. Bij de laatste ligt de focus op het al dan niet aanwezig zijn van een systematische aanpak.

Herverkaveling van hun scope

De scope van SF10 en SF12 zit verankerd in de nucleaire veiligheidsstrategie van Kerncentrale Doel, het zogenoemde *defence in depth*-model (DID).



Figuur 6.10.1: Het DID-model bestaat uit drie barrières en geldt voor alle entiteiten van Kerncentrale Doel

Organization and Administration (SF10) evalueert samen met *Procedures* (SF11) de status van Barrière 2 in dit DID-model samen met de impact ervan op Barrière 3 (gedrag). Het aspect 'organisatie' bepaalt de context, het gedrag en de waarden van de medewerkers.

The Human Factor (SF12) evalueert de status van Barrière 3 in het model samen met de impact ervan op de integriteit van Barrière 1 (ontwerp) en Barrière 2 (praktijken). Gedrag en waarden zijn de essentie van de nucleaire veiligheidscultuur. Gedrag heeft een directe invloed op de veiligheid en op de integriteit van de fysieke barrières (en het ontwerp).

De DID-strategie geldt voor alle entiteiten van Doel. *Maintenance* werkt voor de hele site en *Operations* heeft deelorganisaties per entiteit. Enkel voor operationele entiteiten en hun training en procedures (en de WAB) zijn er bijgevolg entiteit-specifieke elementen. De interface mens-machine en de ergonomie verschillen ook per entiteit.

Op basis van het bovenstaande zijn de topics voor de veiligheidsfactoren SF10 en SF12 herverkaveld:

Organization and Administration (SF10)	The Human Factor (SF12)
Management systems – Safety policy – Mechanisms for setting (operational and safety) targets – Control of changes with potential impact on plant safety	Leadership: – Management expectations (related to safety culture) – Observation program & managers in the field – Management of nuclear safety culture
Configuration Control – Maintaining configuration – Documenting configuration	Ergonomics – Human-machine interface, workplace ergonomics – Ergonomics of procedures (input van SF11)

Organization and Administration (SF10)	The Human Factor (SF12)
Quality assurance – QA program – QA audits	Program for continuous improvement of the Nuclear Safety Culture – Self assessment – Human Performance program – Overall nuclear safety culture – Action plans for (continuous) improvement (input van SF9 over OE)
Records – Comprehensive, retrievable – Auditable	Competency management – Defining competencies and roles – Training of staff (programs, facilities, simulators, performance standards, certification...) – Training covering safety culture – Knowledge management (maintaining staff know-how)
Regulatory and statutory compliance	Fitness for duty
Recruitment & selection – Documented roles and responsibilities (with respect to nuclear safety) – Defining and forecasting staffing needs – Recruitment and selection methods – Adequate number of qualified staff for safety related work	People management – Managing awareness of roles and responsibilities (with respect to nuclear safety and behavior) – Succession planning (for key nuclear safety functions) – Availability of qualified staff
Contractor management – Contracting & safety agreements	– Contractor training – Contractor observation

6.10.4.2 Stappen

Bij het assessment *Organization and Administration (SF10)* zijn de volgende stappen gevolgd:

- 1 Bepalen van de inhoud van de veiligheidsfactor, de scope en de aanpak.
- 2 Bepalen van de meetlat (yardstick) voor het assessment op basis van het referentiekader van het INPO, het IAEA en de WANO (in lijn met de goede praktijken uit de nucleaire industrie).
- 3 Evalueren van een aantal systemen en gebruiken.

Evaluatie van...	Op basis van...
Managementsystemen	NGMS en de op de site geauditeerde zorgsystemen (vooral nucleaire veiligheid) – het bestaan en de effectiviteit van de systemen werd onderzocht.
<i>Quality Assurance (QA)</i>	QA-programma, kwaliteitsbewaking op het werk, <i>non-conformance control</i> , kwalificatie van leveranciers en QA-audits (PPM) – voor dit deel werd ook gebruikgemaakt van resultaten van QA-audits.
<i>Staffing</i>	Onderzoek naar de systematische aanpak van <i>staffing</i> , rekrutering en het invullen van rollen en verantwoordelijkheden.

Evaluatie van...	Op basis van...
<i>Contractor Management</i>	Onderzoek van de systematiek, de rol van de contractormanager, de selectie, de opvolging en de evaluatie van contractanten.
<i>Records</i>	Ingevulde procedures, onderhoudshistorieken, en getuigendocumenten, vooral ingevulde testprocedures (voor operations) en onderhoudsstrategiedocumenten.
<i>Configuration control</i>	Input uit de werkgroep <i>Configuration Management</i> en de resultaten van het assessment <i>Knowledge and Behavior</i> voor langetermijnoperatie (vooral kennismanagement van de ontwerpbasis).
<i>Regulatory compliance</i>	Input van ECNSD en CARE.

6.11 Procedures (SF11)

De processen Documentenbeheer en Werkafhandeling komen overeen met de algemeen aanvaarde standaarden en goede praktijken. Deze processen en procedures zijn goed beschreven en worden ondersteund via een informaticasysteem.

6.11.1 Doelstelling

Aan de hand van de *Safety Guidelines* van het IAEA evalueert het assessment van veiligheidsfactor SF11 het beheer van alle proceduredocumenten die een impact hebben op de nucleaire veiligheid. Het werkafhandelingsproces is hierbij inbegrepen. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review of the procedures of a nuclear power plant is to determine whether the procedures are of an adequate standard."

IAEA NS-G 2.10 [REF ALG-1]

6.11.2 Evolutie van de centrale

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de verbeteringen en evoluties op het vlak van Documentenbeheer en Werkafhandeling gedurende de laatste tien jaar.

6.11.2.1 Organisatie

Qua organisatie is er de evolutie geweest van (gedeeltelijk) decentrale diensten naar één centrale dienst bevoegd voor documentenbeheer. De specialisaties zijn nu gebundeld en de expertise kan verder uitgebouwd worden.

6.11.2.2 Proces

De basis voor de processen ligt vast in het Veiligheidsrapport en andere originele documenten. Er is gaandeweg wel een evolutie geweest naar een geharmoniseerd gemeenschappelijk basisproces voor alle documenten in alle centrales en diensten. De procedures, tekeningen en archieven worden op een gelijkaardige manier behandeld in alle diensten.

Er is een duidelijke omschrijving van principes, begrippen, werkmethodes, *workflow*, taken en verantwoordelijkheden. Alles blijft evolueren: vertrouwelijkheid, nieuw referentiekader, WANO, toenemend inzicht, enz.

6.11.2.3 SAP DMS

Het interne documentenbeheer volgt uiteraard ook de technologische vooruitgang. Bij de opstart van de centrales was de informatie enkel op papier beschikbaar. In de loop der jaren is deze informatie grotendeels gedigitaliseerd. Ook de archivering verloopt reeds vele jaren

via digitale weg. Enkele computersystemen zijn intussen de revue gepasseerd. Onder meer de SAP DMS-toepassing zorgt voor heel wat mogelijkheden. Het hele documentenbeheersysteem is aan procedures gebonden.

Vroeger waren er vele lokale kleine en grotere databanken met een beperkte functionaliteit. Er was geen echte ondersteunende tool en het documentenbeheer verliep voornamelijk manueel.

Sinds 2005 bestaat er een centrale, betrouwbare, krachtige databank met zeer uitgebreide functionaliteiten. De volledige levenscyclus (DLC) van alle documenten wordt strikt gecontroleerd en opgevolgd. De elektronische versies worden bewaard en ter beschikking gesteld. Ook de fysieke klassenmenten worden beheerd via SAP DMS. Dankzij een uitgebreide registratie van alle aanpassingen en goedkeuringen in SAP DMS kan het ganse proces continu gecontroleerd worden en is opvolging en bewaking van en rapportering over de metadata mogelijk.

6.11.2.4 Integratie en optimalisatie (vanaf 2009)

Sinds 2009 loopt de SAP DMS-toepassing volledig stabiel en werkt Doel aan het uitlijnen van het documentenbeheer met de andere processen (wijzigingsbeheer, dringende wijzigingen, enz.). De toepassing is effectiever geworden via de verschillende deelprocessen (tekenwerk, goedkeuringscircuits, verdelingen, enz.) en door meer gebruik te maken van de vele mogelijkheden: elektronische goedkeuring, elektronische verdeling, gebruik *mass data handling* (MDH), *full text search*, automatisch watermerk, enz.

6.11.3 Assessment

6.11.3.1 Algemene bevinding

De algemene bevinding is dat Kerncentrale Doel een kwalitatief en performant documentenbeheerproces volgt met duidelijke procedures. Het wordt ook permanent opgevolgd en verbeterd en het voldoet aan de internationale richtlijnen. Er zijn wel nog werkpunten: sommige diensten zouden bijvoorbeeld de richtlijnen rigoureuzer kunnen toepassen en/of de verwachtingen concreter kunnen omschrijven.

Op basis van de punctuele controle van een aantal ongevalsprocedures is ook vastgesteld dat deze in lijn zijn met de veiligheidsstudies en dat ze deel uitmaken van een continu verbetertraject.

6.11.3.2 Sterktes

Uit het assessment SF11 zijn meerdere sterktes naar voren gekomen. Een overzicht:

✓ Kerncentrale Doel is actief lid van WANO

De WANO voert geregeld audits uit en de opmerkingen die hieruit voortvloeien, worden aangegrepen om verbeteringen door te voeren. Een WANO *Technical Support*-missie heeft voor de nodige ondersteuning gezorgd bij het verbeteren van het documentenbeheer.

✓ **Het proces van documentenbeheer voldoet aan de internationale goede praktijken**

Vooraf het SAP-ondersteuningssysteem biedt een grote meerwaarde. De recente aanpassingen in de procedures getuigen van een continu streven naar verbetering.

✓ **Elk departement volgt de beleids- en operationele procedures bij het uitwerken van hun specifieke instructies en richtlijnen**

Over het algemeen worden de richtlijnen rond documentenbeheer goed opgevolgd. Ook bij een punctueel nazicht van de documenten blijkt dat de richtlijnen en de procedures goed opgevolgd worden. Dit komt de kwaliteit van de procedures ten goede.

✓ **Het werkafhandelingsproces verloopt via de SAP-toepassing**

In de software zijn verschillende grendels ingebouwd zodat voor het uitvoeren van werken steeds de correcte goedkeuringen gegeven kunnen worden.

6.11.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF11 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF11-5: Beschrijven van de achtergrond van de drempels in ongevalsprocedures**

De achtergrond bij de drempels voor acties tijdens ongevalsprocedures is beschreven in de achtergronddocumenten. Soms wordt afgeweken van de drempels zoals voorgeschreven door de WOG. Deze afwijkingen moeten in de achtergronddocumenten beter gedocumenteerd worden. Gelijkaardige actie als **D3-SF11-5**.

6.11.3.4 Actieplan PSRII Doel 3

In het actieplan PSRII Doel 3 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D3-SF11-1: Multidisciplinair nazicht van procedures beter specificeren**

Nauwkeuriger definiëren van de verdeling van de taakinhoud bij multidisciplinair nazicht door de verschillende vertegenwoordigers van het PORC/SORC. De PORC/SORC is een multidisciplinair nazichtorgaan, maar er is niet concreet beschreven wat de verantwoordelijkheden zijn van de leden bij het nazicht van documenten. Om efficiënt te kunnen werken, moeten deze verantwoordelijkheden uitgeschreven worden.

✓ **D3-SF11-4: Volledig nazicht van een procedure bij versieverhoging**

Als een document een versieverhoging krijgt, wordt nu automatisch de geldigheid ervan verlengd, zonder garantie dat het document ook volledig nagezien is.

6.11.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

In *Safety Performance* (**SF8**) worden de procedures onderzocht die onder meer de processen PSI en KPI nodig hebben om te voldoen aan de vereisten van dezelfde *safety factor*. Tevens wordt geanalyseerd of deze procedures gevolgd worden en of de gerelateerde processen voldoende resultaat opleveren.

In *Procedures* (**SF11**) wordt specifiek onderzocht of de incidentprocedures conform het ontwerp zijn.

In het assessment van de departementen voor SF11 wordt het gebruik van de operationele ervaring (zie *Use of Experience from other Plants and Research Findings*, **SF9**) in procedures besproken. Voor elk departement is besproken met de LWPC (of verantwoordelijke documentenbeheer binnen het departement) hoe de OE verwerkt wordt. Bij nazicht van de documenten is telkens veel aandacht besteed aan de correcte verwerking van de OE.

In het assessment van de site en de departementen voor SF11 is de kwaliteit en het respecteren van richtlijnen rond documentenbeheer besproken. De administratieve dienst die de processen ondersteunt, is sterk verbeterd de laatste jaren – de evolutie is besproken in het assessment *Organization and Administration* (**SF10**).

In het assessment van de procedures en de richtlijnen voor SF11 wordt het gebruik van de *human error reduction tools* en gebruiksvriendelijkheid besproken. Voor elk departement is besproken met de *proces-owner* hoe de HU (zie *The Human Factor*, **SF12**) toegepast wordt. Bij nazicht van de documenten is telkens veel aandacht besteed aan de correcte toepassing van HU.

6.11.4 Werkwijze

Bij het assessment SF11 zijn de volgende stappen gevolgd:

1 Bepalen van de scope.

Het assessment SF11 evalueert procedures met een hoge veiligheidsimpact, de opmaak en het gebruik van procedures, het documentenbeheerproces, het werkaafhandelingsproces en de werktuelatingen.

2 Assessment volgens de formele vereisten.

Dit assessment gaat na of de verschillende proceduredocumenten beantwoorden aan de vereisten. Het gaat eerst om de procedures op Corporate-niveau (beleidsprocedures), daarna om de vertalingen naar procedures op siteniveau (voornamelijk operationele procedures) en tenslotte op niveau van de departementen (voornamelijk instructies en werkwijzen).

3 Assessment volgens processen voor documentenbeheer.

De verschillende departementen hebben afzonderlijke procedures die beschrijven hoe hun documentenbeheer specifiek georganiseerd is. Ze zijn geverifieerd tijdens een interview met de departementsverantwoordelijke voor documentenbeheer (of LWPC). Daarbij zijn voorbeelden voorgelegd en besproken.

4 Assessment van de inhoudelijke vereisten.

Dit assessment gaat na op welke manier de operationele ervaring (OE) en de menselijke factor (HU) geïntegreerd zijn in de procedures. De vraag is: zijn de procedures gevolgd zoals voorgeschreven en zijn ze voldoende ergonomisch. De integratie van OE en HU is beschreven in de departementsprocedures, en is geverifieerd bij het interview met de departementsverantwoordelijke aan de hand van voorbeelden.

5 Assessment van het werkafhandelingsproces.

Dit assessment komt tot stand door onderzoek van de relevante documenten, een punctuele review van een aantal werkorders, en het opvolgen van de uitvoering van werken via de Dagelijkse Coördinatie Equipe-werking (DCE).

6 Verwerken van de WANO-opmerkingen over het documentenbeheer.

7 Assessment Doel 1&2 en assessment Doel 4.

Gezien de vele transversale processen is geopteerd voor een gemeenschappelijk assessmentrapport Doel 1&2 en Doel 4. Het assessment is gefaseerd uitgevoerd in twee delen:

- Het assessment Doel 1&2 behandelt het proces *Procedures*, inclusief de referentiebasis en de processen voor documentenbeheer en de toepassing ervan in de afdeling *Operations* Doel 1&2 en de departementen *Engineering*, *Fuel* en *Care*.
- Het assessment Doel 4 behandelt de processen voor documentenbeheer en de toepassing ervan in de afdeling *Operations* Doel 4, het departement *Maintenance* (MNT), de dienst documentenbeheer Kerncentrale Doel, het Register Fysische Controle en het Werkafhandelingsproces.

6.12 The Human Factor (SF12)

De resultaten van het assessment *The Human Factor* (SF12) zijn globaal gezien in lijn met de geldende nucleaire industriestandaarden.

6.12.1 Doelstellingen

Het assessment van veiligheidsfactor *The Human Factor* (SF12) gaat na in hoeverre de menselijke factor een invloed heeft op de veilige werking van Doel 1&2. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review of human factors is to determine the status of the various human factors that may affect the safe operation of the nuclear power plant."

IAEA NS-G 2.10 [REF ALG-1]

6.12.2 Evolutie van de centrale

De laatste tien jaar vallen er op HR-gebied belangrijke evoluties te noteren. Vanuit Electrabel Corporate wordt ook de nodige ondersteuning geleverd aan de vele inspanningen op het vlak van competentie management en training en leiderschap. Getuige daarvan het competentiehandboek, allerlei procedures en programma's zoals *Leaders for the Future* (LFT), *Top Executives* (TOPEX), *Human Dynamics*, *Leading for Excellence*, enz.

- Op siteniveau zijn managementverwachtingen ontstaan die stapsgewijs geoptimaliseerd zijn tot de huidige rolspecifieke *fundamentals* per departement, met inbegrip van HU (*Human Performance*).
- Aan het luik taakobservatie binnen HU is in 2011 een verplicht coaching-kwalificatieprogramma toegevoegd.
- Het HU-programma, dat eind 2006 is opgestart, is consequent volgehouden en systematisch verder uitgebouwd, met onder meer succesvolle bijdragen aan OSART. De laatste jaren is de betrokkenheid van het management nog verhoogd via *paired observations* en HU-synchrometings.
- De verbeterde en volgehouden hiërarchische self-assessmentpraktijk tot op teamniveau (vooral *Operations* en *Maintenance*) heeft gaandeweg geleid tot doelstellingen op teamniveau voor het komende jaar. Deze aanpak is vooral bij *Operations* goed gedocumenteerd in procedures.
- Het CIM-departement (*Continuous Improvement Management*) zorgt ervoor dat het OE-proces (Operationele Ervaring) beter en gestructureerder verloopt – via procedures, analysebepalingen, trainingen en opvolging.
- Verbeteracties worden nauwgezet uitgevoerd en opgevolgd. Hun effectiviteit wordt gemeten en geëvalueerd.
- De in procedures en tools geborgde opleiding van het uitbatingpersoneel is in overeenstemming met de wetgeving en de internationale goede praktijken. De bevoegdheidsverklaringen en *on the job training* (OJT) zijn gerealiseerd.

- Er is aandacht voor DID en HU op de *full scale simulator*. De observaties en waarnemingen zijn verbeterd.
- Sinds 2007 worden de *contractors* via de *field simulator* getraind op het vlak van nucleaire veiligheidscultuur, managementverwachtingen, HU, enzovoort. Sinds 2013 bestaat er ook een recyclagetraining. De inhoud van de training kreeg intussen meerdere upgrades. De laatste jaren is ook werk gemaakt van een observatieprogramma voor de *contractors*.
- Electrabel, Tihange en Doel volgen de IAEA-definities voor een sterke nucleaire veiligheidscultuur. Er is een gecoördineerde communicatiecampagne ontwikkeld. ECNSD begeleidt self-assessmenttoefeningen op beide sites.

6.12.3 Assessment

6.12.3.1 Algemene bevindingen

Het assessment van veiligheidsfactor *The Human Factor* (SF12) heeft duidelijk gemaakt dat Doel 1&2 globaal gezien functioneren conform de industriestandaarden op dat vlak. Twee aspecten kunnen als een sterkte beschouwd worden (*self assessment* en training), twee andere als een *Opportunity for Improvement* (ergonomie en *people management*).

Leiderschap en observatie

Uit het assessment SF12 blijkt dat het aspect 'leiderschap en observatie' volledig in lijn is met de industriestandaarden, en dit dankzij de sinds 2006 volgehouden inspanningen, met onder meer de *fundamentals* per departement en het HU-coach-certificatietraject. Het HU-coaching- en observatieconcept kan nog verbeterd worden om de interventies effectiever te maken. In de context van de continue verbetering verdient het onderwerp daarom de blijvende aandacht van het management.

In het kader van LTO is er meer aandacht nodig voor *change management* (leiderschap) en *mentoring* van nieuwe medewerkers.

Human Performance-programma

Doel beschikt over een grondig uitgewerkt HU-programma, met HU-plannen per departement en met doelstellingen tot op teamniveau. HU is echter niet in alle teams en afdelingen even sterk verankerd. Het is ook noodzakelijk om HU te realiseren voor *engineering* en management en om de HU-aanpak regelmatig op te frissen. In de context van de continue verbetering verdient het onderwerp daarom de blijvende aandacht van het management.

In functie van de projecten en het *change management* binnen de LTO-context verdient het versneld implementeren van HU voor ingenieurs en managers wel aanbeveling.

Self assessment en verbeteracties

Door de sinds 2006 geleverde en volgehouden inspanningen op het vlak van *self assessment* en verbeteracties, is er sprake van een sterkte ten opzichte van de industriestandaard. De periodieke meta-analyse van de resultaten van de vele assessments en audits draagt bij tot de identificatie van onderliggende gemeenschappelijke oorzaken en tot de reductie van het aantal verbeteracties.

Het CIM-departement heeft het OE-proces de laatste jaren gestructureerd en goed opgevolgd. Door een OE-coördinatorfunctie in te vullen kan hierin nog een stap vooruit gezet worden. Hetzelfde geldt voor de *self assessments* bij *Maintenance*, waar ook nood is aan een coördinator. Dit zijn mogelijke acties in het kader van de continue verbetering.

Voor het LTO-project zelf wordt nog een *self assessment* uitgevoerd.

Ergonomie (controlezaal)

De aanpak van de ergonomie bij wijzigingen kan beter in vergelijking met de industriestandaard. Er zijn wel ergonomische aspecten in procedures opgenomen, maar de gevolgde aanpak is eerder ad hoc. De uitdaging bestaat erin een systematische en participatieve aanpak te ontwikkelen. Er is ook nood aan hiërarchische supervisie bij de pedagogische aanpak van de verschillen tussen simulatie en controlezaal.

Training en competentie management

De aanpak van training en competentie management vertoont verschillende sterktes, en dit dankzij de sinds 2006 geleverde inspanningen op het vlak van de continue verbetering: OJT, certificatie trajecten. Aansluitend op de belangrijke rekruteringsinspanningen in het kader van LTO dienen training en certificatie verder geoptimaliseerd te worden. Een blijvende aandacht van het management is zeker wenselijk om de inspanningen verder te zetten en om de functies in te vullen.

People management

Op het vlak van *people management* is er nog ruimte voor verbetering. In het luik *knowledge & behavior* zijn acties nodig als preconditionie voor LTO. Enkele suggesties:

- Ontwikkelen van een pragmatisch systeem voor werklustbeheer voor projecten (*time sheets*).
- Ontwikkelen van een successieplanning (die door de continu wijzigende omstandigheden onder druk staat).
- Centreren van kennisbeheer rond teamleiders en hun management.
- Maken van teammatrices en matrices voor *stand alone*-expertfuncties.
- Ontwikkelen van een systematische Electrabel Corporate-KCD-CNT-aanpak om ervaringsbeheer in kennis om te zetten.

Contractors: training en observatie

Uit het assessment blijkt dat het luik 'contractortraining en -observatie' volledig in lijn is met de industriestandaard. In de context van de continue verbetering verdient het onderwerp wel de blijvende aandacht van het management. Enkele suggesties ter verbetering:

- De pedagogie voor nucleaire veiligheid bij de contractortraining verder optimaliseren, en dit via praktijkvoorbeelden.
- De instructeurs de kans bieden om hun sterktes op een systematische manier met elkaar uit te wisselen.
- De feedback naar de deelnemers beter structureren door rekening te houden met de fases van uitvoering van de taken.
- Leermomenten inbouwen voor de observator zodat de feedback over de kwaliteit van de observatie op een systematischer manier kan verlopen.
- De kwantitatieve observatietarget voor de *contractors* aanvullen met een kwalitatieve.
- Meer aandacht geven aan de kwaliteit van de debriefing en de specifieke technologie (design) van het nucleaire.

- In kader van LTO: voldoende leidinggevend en opleiden om observaties uit te voeren tijdens de realisatie van de projecten en tijdens de revisies.

Nucleaire veiligheidscultuur

Uit het assessment SF12 blijkt dat de nucleaire veiligheidscultuur in Doel volledig in lijn is met de industriestandaard. Dit is te danken aan de volgehouden inspanningen met betrekking tot leiderschap en observatie, HU, kennismanagement, enzovoort. De bereikte resultaten zijn door OSART erkend met meerdere *good performances* en *good practices*.

- Doel heeft zelf het initiatief genomen tot een *Safety Culture Assist Visit* (SCAV).
- De nucleaire veiligheidscultuur is vertaald en vastgelegd in een procedure. De problematiek wordt ook op een permanente basis geëvalueerd.
- Doel kan nog meer leerkansen inbouwen door bijkomende analyses uit te voeren van incidenten en incidentverslagen. CARE kan hierin een actieve rol spelen.
- Extra aandachtspunten:
 - LTO luidt een periode in van verhoogde werkdruk. In zulke omstandigheden moet extra aandacht gaan naar het bewaken en realiseren van de nucleaire veiligheidscultuur.
 - Door de vele unieke aspecten van de nucleaire technologie (bijvoorbeeld *design basis*) blijft een scherp inzicht aan de orde van de dag.

6.12.3.2 Sterktes

De meeste resultaten van het assessment *The Human Factor* (SF12) zijn in lijn met de industriestandaarden. In twee domeinen zijn sterktes geïdentificeerd: *self assessment* en verbeteracties, training en competentie management.

- ✓ ***Self assessment* en verbeteracties zijn een sterkte ten opzichte van de industriestandaard**
 - Inspanningen sinds 2006 en erkenning door OSART-audit van *good practice*.
 - De betere structurering van het OE-gebeuren vanuit het CIM-departement.
 - De verbeterde realisatie en opvolging van verbeteracties met inbegrip van een evaluatie van hun effectiviteit.
- ✓ **Meta-analyse op de verschillende assessments door CIM**
- ✓ **Er is een functiespecifieke analyse van de opleidingsbehoeften met betrekking tot design basis en nucleaire kennis (en opleiding)**
- ✓ **Het opleidingssysteem is flexibel en houdt rekening met de feedback zodat ook opleidingen op maat aangeboden kunnen worden**
- ✓ **De nodige aandacht wordt besteed aan het in stand houden van voldoende frequente werfsimulatortraining**
- ✓ **Het analyseren en waar nodig verbeteren van de pedagogische en inhoudelijke omkadering van de opleidingen**

6.12.3.3 Long Term Operation (LTO)

Het LTO-assessment van SF12 is een assessment van het LTO-realisatieprogramma in wording gedurende de assessment-periode. Er is geen specifieke maatstaf (*yardstick*) voor LTO gebruikt. Het assessment is verlopen volgens de aspecten van SF12. Per aspect is een LTO-assessment uitgevoerd.

Algemene bevindingen

Uit het LTO-assessment blijkt dat elk van de vijf aspecten (leiderschap, *Human Performance*, training en competentie management, contractortraining en observatie, nucleaire veiligheidscultuur) in lijn is met de industriestandaard.

Opmerkingen:

- Leiderschap en training, en competentie management zijn in lijn, maar er is aandacht nodig met betrekking tot *change management* (leiderschap) en het optimaliseren van training en certificatie aansluitend op de belangrijke rekruteringsinspanningen.
- *Human Performance* (HU) is eveneens in lijn. Bovendien is het mogelijk om het LTO-programma aan te wenden om het HU voor ingenieurs en projecten te implementeren. Een HU-risicoanalyse van het LTO-programma zou een pluspunt zijn.

Opportunities for improvement (OFI)

- Ergonomie is een niet-LTO-specifieke OFI. Er is echter wel een goede samenwerking tussen *Operations* en het LTO-programma ontwikkeld, waarbij met deze ergonomische aspecten rekening kan worden gehouden.
- De OFI met betrekking tot *People Management* is eveneens niet LTO-specifiek. Wat kennismanagement betreft, in het bijzonder in relatie tot de *design basis*, is er echter wel een OFI voor het LTO-programma: bij het finaliseren van dit assessment was er nog onvoldoende zekerheid dat de nog in ontwikkeling zijnde aanpak ook effectief zou zijn als antwoord op het LTO-rapport *Knowledge & Behavior*. Er dient wel opgemerkt dat het plan van aanpak pas tegen T₀ klaar moet zijn.
- *Self assessment* is wel een LTO-specifieke OFI. Er is in tegenstelling tot het DSZ-programma nog niet op een systematische manier gebruikgemaakt van de voorgaande project- en externe ervaringen. Er is nog geen periodiek *self assessment* voorzien. Beide punten kunnen wel nog in het programma ingebouwd worden.

Suggesties

Het PSR-assessment is een assessment van een programma in opbouw. De bevindingen kunnen dus in de komende periode nog evolueren. Daarom zijn de suggesties niet bedoeld als PSR-actiepunten, maar slechts als onderdeel van het *continuous improvement* van het LTO-programma. De belangrijkste suggesties zijn:

- Breid de taken van de risico- en kwaliteitsmanager voor het LTO-programma uit met deze van *change manager* (rekening houdend met SALTO).
- Analyseer hoe training performanter kan worden gemaakt in functie van de gewenste aantallen gecertificeerde medewerkers tegen 2018-19.
- Versterk en creëer een gepast team om de precondities van *Knowledge & Behavior* waar te maken. Dit met speciale aandacht voor de inhoudelijke bepaling van de niveaus van kennis van de *design basis* en de vertaling ervan naar de taken van de medewerkers.

6.12.3.4 Geselecteerde verbeteringen

Aangezien de resultaten van het assessment *The Human Factor* (SF12) in lijn zijn met de industriestandaarden, zijn er geen specifieke acties geïdentificeerd. In het kader van LTO *Knowledge and Behavior* zijn de nodige verbeteringen geselecteerd. Die verbeteringen zijn opgenomen in de precondities LTO en worden verder opgevolgd in het kader van de continue verbetering.

6.12.4 Werkwijze

Bij het assessment van veiligheidsfactor SF12 is het wettelijke referentiekader niet zo relevant aangezien de internationale industriestandaarden worden gevolgd, zoals bij *Organization and Administration* (SF10). Het belang van de menselijke factor en performantie is de laatste tien jaar wel toegenomen. De implementatie ervan is sterk afhankelijk van de lokale culturele context.

De menselijke factor is als veiligheidsfactor sterk ingebed in de nucleaire veiligheidscultuur en veiligheidsstrategie. Dit assessment focuste daarom vooral op het operationele (*Operations and Maintenance*) en verliep in de volgende stappen:

1 Bepalen van de inhoud van de veiligheidsfactor (scope en aanpak).

De basisdocumenten worden geraadpleegd. Het OSART-rapport Doel 1&2 wordt doorheen het hele assessment als toetssteen gebruikt.

2 Bepalen van de 'meetlat' (*yardstick*) voor het assessment.

Vertrekpunt is het referentiekader van INPO, IAEA (OSART) en WANO (*peer review*), wat overeenstemt met de *industry practice*-evaluatiepositie. Op die manier kunnen de OSART-resultaten in het assessment geïntegreerd worden.

3 Evalueren van leiderschap via observatieprogramma en eerstelijnsmanagers.

Dit geeft een indicatie van de effectiviteit van het management. Dit start bij de beschikbaarheid van duidelijke managementverwachtingen inzake nucleaire veiligheid. Ondersteunende opleidingen voor leiderschap (intern en extern) komen ook aan bod.

4 Evalueren van het HU-programma vanuit het OSART-assessment.

In overleg met de huidige programmaverantwoordelijke wordt ook gekeken naar het vervolg, het post-OSART-programma en de mogelijke risico's die de resultaten kunnen bedreigen.

5 Evalueren van het *self assessment* (met inbreng van OE).

Hier ligt de klemtoon op het vernieuwde *self assessment* per team. OE zelf wordt niet geëvalueerd (gebeurde in het kader van SF9). Het perspectief van de lerende organisatie en de continue verbetering wordt wel in rekening gebracht.

6 Evalueren van het element ergonomie.

De klemtoon ligt op concrete en haalbare verbeterpunten voor de ergonomie (interface mens-machine) van de controlezaal (KZ). Observatie en interviews zijn het uitgangspunt. Toepasbare documenten van onder meer het IAEA zorgen voor de internationale

omkadering. De ergonomie van de procedures wordt niet geëvalueerd (maakt deel uit van SF11).

7 Evalueren van training en competentie management.

Formele en inhoudelijke aspecten worden bekeken: link met de managementverwachtingen, verbeteren van competenties, bekrachtigen en communiceren van rolverwachtingen (observatie van training), enzovoort. De focus ligt bij de opleidingen van *Operations* en *Maintenance*.

8 Evalueren van people management.

Worden bekeken: managen van rollen en verantwoordelijkheden, omgaan met doelstellingen en evaluatie, successieplanning, kennismanagement. Uiteindelijk zijn er voldoende mensen nodig om de veiligheidsgebonden functies goed in te vullen. De klemtoon ligt dan ook op cases met betrekking tot deze functies. De binnen de Belgische context relevante aspecten van *fitness for duty* komen ook aan bod.

9 Evalueren van contractanten, training en observatie.

Dit gebeurt parallel met de evaluatie van de interne medewerkers. Dit zijn gedragsaspecten van het contractmanagement. Training gaat hier over de initiële vierdaagse training als voorwaarde om op de site van Doel te mogen werken. Observatie gaat over de observatie door eigen brigadiers. De focus ligt op het communiceren van managementverwachtingen aan de externe medewerkers en de opvolging ervan.

10 Evalueren van nucleaire veiligheidscultuur.

Dit is ten dele een synthese van de bevindingen uit voorgaande punten. Toch zal de situatie afgewogen worden tegenover de in punt 2 ontwikkelde meetlat. Er zal input zijn vanuit voorgaande assessments (ECNSD, WANO, OSART) en een lopend initiatief met betrekking tot de (klassieke) veiligheidscultuur. Ook de *defence in depth*-visie komt aan bod: ontwerp, werkwijze, gedrag.

11 Evalueren (algemeen) van veiligheidsfactor SF12.

Alle voorgaande elementen vormen het vertrekpunt voor een algemene evaluatie van *The Human Factor*.

6.13 Emergency Planning (SF13)

Het assessment *Emergency Planning* maakt duidelijk dat Electrabel over een uitgebreide nucleaire noodplanorganisatie beschikt. Na de kernramp in Fukushima is deze organisatie nog versterkt om het hoofd te kunnen bieden aan mogelijke extreme situaties waarbij meerdere reactoren tegelijk getroffen zijn. De crisiscommunicatie is verbeterd, en er is een omvangrijke off-site ondersteuning uitgebouwd, waarbij een duidelijke rol is weggelegd voor Electrabel Corporate, Tractebel Engineering, de brandweer van Beveren, het AZ Middelheim in Antwerpen en het militair Percy-ziekenhuis vlak bij Parijs.

6.13.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Emergency Planning* (SF13) van Doel 1&2 gaat na of Electrabel op een adequate manier het hoofd kan bieden aan noodsituaties. De vraag is ook of de bestaande noodplannen voldoende regelmatig geoefend worden en voldoende afgestemd zijn op de lokale en nationale systemen en besturen. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the Safety Factor related to Emergency Planning and Preparedness in the Periodic Safety Review is to determine:
(a) Whether the operating organization has adequate plans, staff, facilities and equipment for dealing with emergencies
(b) Whether the operating organization's arrangements have been adequately coordinated with local and national systems and are regularly exercised."

IAEA NS-G 2.10 [REF ALG-1]

6.13.2 Evolutie van de centrale

De laatste tien jaar is het noodplan van Kerncentrale Doel regelmatig geüpdatet en beter afgestemd op nieuw potentieel gevaar.

6.13.2.1 Noodplanorganisatie

Alle noodprocedures zijn aangepast na de evaluatie (als deel van de Weerstandstesten) van onder meer het overstromingsgevaar, zware weersomstandigheden, lozingen van toxisch gas en mogelijke vliegtuigcrashes. Na Fukushima is ook het risico op incidenten waarbij meerdere reactoren tegelijk (multi-unit) getroffen zijn, in het noodplan opgenomen. Om beter gewapend te zijn tegen situaties waarbij zich een nucleair incident voordoet in combinatie met een niet-nucleair incident, is er ook werk gemaakt van de integratie van de nucleaire (NP/02) en niet-nucleaire (PREV/21) noodplannen.

6.13.2.2 Noodplancommunicatie

Ook de noodplancommunicatie is de laatste tien jaar verbeterd. De crisisteams hebben meer en meer verschillende middelen gekregen (satelliettelefoons, e-mails, *conference calls*, enz.). De communicatiemiddelen zijn betrouwbaarder en gebruiksvriendelijker, en er is geïnvesteerd in satellietcommunicatie. Om de werking van het noodplan goed te kunnen evalueren en om het personeel beter te trainen, is het aantal noodoefeningen de laatste jaren opgedreven.

6.13.2.3 On-site en off-site

Sinds 2006-2007 kan de on-site noodorganisatie van Kerncentrale Doel rekenen op de off-site ondersteuning vanwege het Corporate-niveau (Crisis Management Center Productie België-Luxemburg – CMCPB) en Tractebel Engineering. Sinds 2008 bestaat er een overeenkomst met het Percy-ziekenhuis in Parijs, dat gespecialiseerd is in de behandeling van zwaar bestraalde en besmette patiënten. Er is ook een overeenkomst gesloten met het AZ Middelheim voor de opvang van besmette patiënten.

6.13.3 Assessment

6.13.3.1 Algemene bevindingen

Een van de belangrijkste wijzigingen die de laatste tien jaar in het noodplan zijn aangebracht, heeft te maken met de situatie waarbij meerdere reactoren tegelijk (multi-unit) getroffen zijn, wat als zodanig het geval was bij de kernramp in Fukushima (2011).

HIGH-niveau toegevoegd

Deze belangrijke *lesson learned* is in het noodplan geïmplementeerd in het kader van het BEST-actieplan. Het betekent dat de verbeterde noodplanorganisatie nu via drie operationele niveaus verloopt:

- Standaardniveau: één centrale is getroffen (komt overeen met de noodplanorganisatie die voordien van kracht was).
- Alarmniveau: bij voorspelbare gebeurtenissen die de hele site kunnen treffen, zoals een overstroming, zijn preventieve maatregelen voorzien.
- HIGH-niveau: treedt in werking wanneer onvoorspelbare gebeurtenissen meerdere centrales op dezelfde site tegelijk treffen.

De noodplanorganisatie heeft een grondige revisie ondergaan: vier nieuwe wachttrollen zijn toegevoegd, de toewijzing van de noodplantaken en de wachttrollen tussen het *On-site Technical Support Centre* (OTSC) en de Noodplankamer (NPK) is gewijzigd en ook de namen van de wachttrollen zijn gewijzigd.

Satellietcommunicatie

Tegen de achtergrond van het Fukushima-incident heeft Electrabel besloten om te investeren in satellietcommunicatie voor de hele site, en aldus de robuustheid van de communicatiecapaciteit verder te verhogen. Doel is intussen uitgerust met mobiele satelliettelefoons. Er werden mobiele satelliettoestellen voorzien in de verschillende noodfaciliteiten. Op de daken worden nog antennes geplaatst zodat het systeem ook binnenshuis werkt.

Noodplan: opleiding en oefening

Het aantal noodplanoefeningen is de laatste jaren aanzienlijk uitgebreid, en zowat alle stakeholders zijn erbij betrokken: de medewerkers op de site, de overheid, de crisiscellen van Electrabel Corporate, politie, brandweer van Beveren, enz. De oefeningen zijn ook meer divers en afwisselend geworden om iedereen de kans te geven te leren omgaan met de hele waaier aan mogelijke incidenten. Voorlopig is er geen formele vereiste die een minimumlijst voorschrijft van de gevaren en scenario's die de oefeningen moeten dekken.

Off-site ondersteuning

Naast het on-site Noodplan (NP) kan Doel ook rekenen op een uitgebreide off-site ondersteuning. Het CMCPB is belast met het beheer van de strategische aspecten van een noodsituatie en met de aspecten op lange termijn, terwijl de site zelf volledig verantwoordelijk blijft voor het operationele crisisbeheer. Een dergelijke structuur laat toe om snel de nodige resources vrij te maken en om de vlotte doorstroom van informatie binnen en buiten de onderneming te bewaken.

Er is ook off-site ondersteuning vanuit het crisiscentrum van Tractebel Engineering. Op dit ogenblik is de mogelijkheid tot automatische transmissie van de kritische parameters naar dat crisiscentrum voorzien, maar niet alle verantwoordelijken hebben vandaag toegang tot het systeem. Het centrum heeft ook back-up communicatiemiddelen in het geval de conventionele systemen uitvallen.

6.13.3.2 Sterktes

✓ Kerncentrale Doel heeft een overeenkomst gesloten met een ziekenhuis dat gespecialiseerd is in de behandeling van bestraalde patiënten

Electrabel heeft een overeenkomst gesloten met het Percy-ziekenhuis in Parijs. Het ziekenhuis is gespecialiseerd in de behandeling van zwaar bestraalde en besmette patiënten, en vormt een aanvulling bij de medische bijstand verleend door het Antwerpse Middelheimziekenhuis.

✓ Electrabel beschikt over een noodplanstructuur op Corporate-niveau

Electrabel Corporate heeft een strategisch langetermijnnoodplan uitgetekend. Het plan is recentelijk nog verbeterd. Het zorgt onder meer voor de beschikbaarheid van logistieke steun voor de hele site (gemeenschappelijk met de TJH van Doel 3).

✓ De interne en externe brandweerdiensten werken uitstekend samen

Er bestaat een uitstekende samenwerking tussen de eigen interne brandweerdienst en de gemeentelijke brandweer van Beveren. Beide diensten werken heel professioneel en zijn uiteraard vertrouwd met de site. Het officiële samenwerkingsakkoord voorziet in training, interventies, stralingsbescherming en aankomst op de site. Elk jaar worden er ook gemeenschappelijke blusoefeningen georganiseerd. De interne brandweer is de laatste jaren nog versterkt, en beschikt over alle noodzakelijke middelen (gemeenschappelijk met de TJH van Doel 3).

6.13.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Er zijn geen acties specifiek voor Doel 1&2.

6.13.3.4 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3&4 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF13-3: De instelling van de alarmen op de dosimeters voor de hulpdiensten in KCD en CNT gelijk maken**

KCD zal de alarminstelling van de interventiedosimeters aanpassen naar de voorgestelde in de werkgroep overheid, zodra deze effectief ingang zullen hebben.

✓ **D3-SF13-1: Combinatie van externe niet-nucleaire en nucleaire gebeurtenissen integreren in noodplanoefeningen (SF13-5)**

Beter integreren van noodscenario's voor externe gevaren (zoals een vliegtuigcrash, een aardbeving of een overstroming) in het oefenprogramma voor noodsituaties. Het oefenprogramma van de centrale is in grote mate gericht op nucleaire ongevallen. Er is slechts één oefening per jaar die uitgaat van een combinatie van een nucleaire gebeurtenis met een niet-nucleaire (omgevings)gebeurtenis die ervan losstaat.

6.13.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

Er zijn geen interfaces geïdentificeerd.

6.13.4 Werkwijze

Het assessment *Emergency Planning* (SF13) bij Doel 1&2 is in de volgende zes stappen verlopen:

1 Analyse van de evolutie van de noodplanning en -voorbereiding gedurende de laatste tien jaar.

De onderzochte referentieperiode bij deze TJH loopt van 1 januari 2002 tot 31 december 2011. Op het einde van die periode heeft de kernramp in Fukushima Daiichi zich voorgedaan. Deze gebeurtenis had een grote impact op de nucleaire sector, meer bepaald bij de noodplanning en de voorbereiding op noodsituaties. Na Fukushima heeft Electrabel de Weerstandstesten (BEST) uitgevoerd, gevolgd door een actieplan om de uit Japan getrokken lessen te implementeren. Bij de beschrijving van het voorbereid-zijn (*preparedness*) op noodsituaties is in dit Syntheserapport rekening gehouden met de besluiten van het BEST-actieplan, zoals bekend in december 2013.

2 Bepalen van alle beoordelingselementen.

De scope en methodologie voor deze SF13 zijn beschreven in de *IAEA Safety Guideline NS-G-2.10* [REF ALG-1]. Dat document vermeldt een lijst van tien beoordelingselementen:

- Studies over de beheersing van de gevolgen van ongevallen.
- Strategie en organisatie bij noodgevallen.
- Plannen en procedures voor noodgevallen.
- On-site uitrusting en faciliteiten voor noodgevallen.
- On-site noodcentra.

- Communicatie.
- Training, oefeningen en terugkoppeling van ervaring inzake noodsituaties.
- Interactie met relevante organisaties zoals de regelgevende instantie, de politie, brandweer, ziekenhuizen, eerstehulporganisaties, lokale overheden, openbare welzijnsinstanties en de media.
- Regeling van regelmatige herzieningen van de noodplannen en –procedures.
- Veiligheidsvoorzieningen in het kader van noodsituaties.

Aan bovenstaande lijst is een extra item toegevoegd. Het beschrijft het proces van continue verbetering op het vlak van paraatheid voor noodsituaties, en het vermeldt de verschillende verbeteringen die de laatste tien jaar zijn aangebracht.

3 Evalueren noodplanorganisatie.

Evaluatie van de noodplanorganisatie van Electrabel Corporate, dat verantwoordelijk is voor het strategische beheer van noodgevallen en logistieke steun biedt indien nodig.

4 Evalueren van de crisisondersteuning.

Evaluatie van de crisisondersteuning door Tractebel Engineering, die technische ondersteuning biedt aan de on-site teams.

5 EPP-benchmark met kerncentrale in Tihange.

Een vergelijking op het vlak van noodplanorganisatie en -faciliteiten tussen Doel en Tihange, om na te gaan of goede praktijken kunnen worden geïmplementeerd in de andere centrale.

6 EPP-benchmark met andere nucleaire entiteiten.

Een vergelijking met de andere centrales (Beznau, Borssele, KHG, Intra en IRSN) en feedback van de conferentie van de Société Française de Radioprotection (SFRP) van 2010.

7 Evalueren van de nieuwe wetgeving.

Analyse van de impact van de nieuwe wetgeving met betrekking tot de fysieke beveiliging, de toepassing op vlak van planning en voorbereiding op noodsituaties.

6.14 Radiological Impact on the Environment (SF14)

Uit het assessment *Radiological Impact on the Environment* (SF14) is gebleken dat de radiologische impact van Doel 1&2 op de omgeving en het milieu verwaarloosbaar is. De radioactieve lozingen worden beheerd volgens het ALARA-principe en blijven ruimschoots onder de reglementaire limieten.

6.14.1 Doelstelling

Het assessment van veiligheidsfactor *Radiological impact on the environment* (SF14) gaat na of de exploitant voorziet in een adequate controle van de radiologische impact van de centrale (Doel 1&2) op de omgeving en het milieu. Het IAEA omschrijft de doelstelling als volgt:

"The objective of the review of the radiological impact of the nuclear power plant on the environment is to determine whether the operating organization has an adequate Program for surveillance of the radiological impact of the plant on the environment."

IAEA NS-G 2.10 [REF ALG-1]

6.14.2 Evolutie van de centrale

De laatste tien jaar is de regelgeving omtrent de radiologische impact van kerncentrales op de omgeving in belangrijke mate gewijzigd. Zo stelt de nieuwe richtlijn 2010-106 [REF SF14-2] van het FANC dat de rapporteringsmethode aangepast moet zijn aan de ISO 11929-norm en de Euratom-aanbeveling 2004/2 [REF SF14-1]. Het FANC legt in de nota ook de methodologie vast waarmee de vrijgekomen radioactieve straling in de omgeving bepaald moet worden.

6.14.2.1 Rapporteringsmethode

De aangepaste rapporteringsmethode is begin 2011 ingevoerd en heeft sindsdien grote gevolgen gehad voor de aangegeven lozingen. Verschillende voordien niet-gedetectedeerde radioactieve isotopen worden nu wel systematisch gerapporteerd. De C14-lozingen worden niet gemeten maar conservatief ingeschat.

6.14.2.2 Off-site monitoringprogramma

In 2009 laat Electrabel weten te willen starten met de ontwikkeling van een off-site monitoringprogramma voor Doel en Tihange. De doelstellingen klinken als volgt:

- Nagaan wat op lange termijn de impact van de kerncentrale op de omgeving is.
- Behouden en verder ontwikkelen van de opgedane expertise in stralingsmeting.
- Communiceren over de impact op de omgeving en het milieu.

Midden 2012 formuleert Electrabel een concreet voorstel, onder meer rekening houdend met mogelijke meetpunten en radiologische referenties. Voor de gespecialiseerde metingen wordt een beroep gedaan op SCK•CEN. Het programma is sinds begin 2014 in voege.

6.14.2.3 On-site monitoringprogramma

Vanaf 2011 maakt Doel ook werk van de formalisering en uitbreiding van het on-site monitoringprogramma. Dit houdt onder meer de controle in op een mogelijke contaminatie van de daken, de doorgangen, het grondwater, het regenwater en zijn sedimenten. Door dit te doen, komt Doel ook tegemoet aan de twee verbeteringsvoorstellen die blijken uit het assessment van SF14 bij Doel 3 (geen geïntegreerd on-site monitoringsysteem, geen meting van het regenwater).

Het on-site monitoringprogramma speelt een belangrijke rol in de bewustwording rond de reële impact van de site op het milieu. De metingen laten immers een correct beeld zien, en de resultaten zijn heel bevredigend. De radiologische impact van de site is met andere woorden heel beperkt.

6.14.2.4 Opvolging beschikbaarheid stralingsmonitorketens

Doel beschouwt de beschikbaarheid van de stralingsmonitorketens als prioritair. De opvolging gebeurt door een KPI Tier 3-indicator. Uit deze KPI blijkt dat er afwijkingen op het RMS zijn vastgesteld. Dit blijft een aandachtspunt.

6.14.2.5 Alcalisilicaatreactie in beton afvalvaten

Het belangrijkste feit van de laatste tien jaar op het vlak van de behandeling van effluënten is de alcalisilicaatreactie (ASR) in het beton van de afvalvaten. Het probleem treft alle reactoren in Doel, en was intussen voldoende aanleiding om de licentie in te trekken. Het gevolg is dubbel: Doel moet een nieuwe licentie aanvragen op basis van een aangepast productieproces, en intussen moet er meer opslagcapaciteit gevonden worden. Dit is duidelijk een aandachtspunt voor de organisatie.

6.14.2.6 ALARA-principe

De toegepaste organisatorische en managementsystemen verzekeren een ALARA-beheer van de radioactieve effluënten. Tijdens de onderzochte referentieperiode is de reorganisatie NUC 21+ doorgevoerd, met positief gevolg. De reorganisatie heeft de algemene organisatie gevoeliger gemaakt voor het ALARA-beheer van de behandeling van radioactieve effluënten en aanverwante radioactieve lozingen op het hele nucleaire productiepark.

6.14.3 Assessment

6.14.3.1 Algemene bevindingen

Radioactieve lozingen

De radioactieve lozingen, die volgens het ALARA-principe (zie boven) beheerd worden, zijn in Doel de voorbije tien jaar constant en zeer ver onder de Belgische reglementaire limiet gebleven. Nochtans blijft het moeilijk om te vergelijken met de andere centrales in Europa. Door de verschillende meetmethoden bestaat er immers geen Europees gemiddelde.

Na publicatie van het KB van 20 juli 2001 (Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen) heeft Electrabel in 2002 een evaluatie gemaakt van de reële impact van de radioactieve lozingen. De radiologische impact op de bevolking ligt veel lager dan de wettelijk toegelaten limiet van 1 mSv per jaar.

Bij de berekening in Doel wordt uitgegaan van een conservatieve waarde voor C14 ongeacht het geproduceerde vermogen. Voor 2014 is de dosis voor het meest kritische individu, evenals het gemiddelde over 2005-2014, lager dan 2% van de wettelijke limiet en minder dan ongeveer 5% van de TechSpecs-limiet. Uit deze evaluatie blijkt dat ruim 90% van de effectieve dosis in de omgeving het gevolg is van lozingen in de lucht, voornamelijk van C14.

In 2009-2010 heeft (SCK•CEN berekend wat de radiologische impact is op de fauna en flora. De resultaten (zie Syntheserapport PSR Doel 3) geven aan dat de lozingslimieten in Doel de fauna en flora op afdoende wijze beschermen.

Permanente meting radioactiviteit

De stralingsmonitorsystemen van Doel 1&2 zijn conform Artikel 35 van het Euratom-Verdrag, dat stelt dat elke lidstaat over de nodige apparatuur moet beschikken om de radioactiviteit in de lucht, het water en de bodem permanent te meten en te vergelijken met de grenswaarden.

Monitoring radioactiviteit en bestraling

Het monitoringprogramma van het FANC laat zien dat de radiologische impact van Doel op de omgeving en het milieu te verwaarlozen is. De centrale respecteert alle opgelegde stralingslimieten. Doel heeft ook een extra programma ontwikkeld om de besmetting op te volgen.

Publicatie milieugegevens

De scope en het detailniveau van de door Electrabel gepubliceerde gegevens zijn vergelijkbaar met de publicaties van andere Europese uitbaters. De naleving van het *Eco Management & Audit Scheme* (EMAS) is een van de belangrijkste pijlers voor publieke communicatie. Dit aspect is bestudeerd in het kader van de TJH van Doel 3.

Behandeling effluënten

De behandeling van effluënten is als beoordelingselement vooral van belang voor de Water- en Afvalbehandelingsinstallatie (WAB), en is reeds bestudeerd in het kader van de TJH van Doel 3. Daaruit is gebleken dat de behandeling van effluënten conform de normen gebeurt.

De stralingsbeschermingsdienst geeft finale toelating voor lozing van vloeibare lozingen uit de WAB en voldoet hiermee aan de vereisten in art. 23 van KB 20/07/2001.

Betrokkenheid medewerkers

Alle nodige organisatiesystemen zijn erop voorzien om een goed management van de radioactieve effluënten mogelijk te maken. Het programma NUC 21+ (2006) levert in dat verband een belangrijke bijdrage.

6.14.3.2 Sterktes

Uit het assessment van SF14 blijkt dat Doel 1&2 de volgende sterktes vertoont:

✓ **De vrijgavelimieten voor radioactieve effluënten zijn verlaagd**

Het activiteiten-alarmniveau van de meetsystemen in de kring die effluënten van de machinezaal (MAZ) naar de vloeistoftank van de machinezaal (GSL) transporteert, is verlaagd van 0,185 naar 0,075 MBq/m³. Deze verlaging is bedoeld om bodembesmetting door mogelijke lekken in leidingen te voorkomen.

✓ **De milieuprocessen zijn EMAS-gecertificeerd**

Het milieucertificeringslabel EMAS (*Eco Management & Audit Scheme*) wordt proactief nageleefd.

✓ **Stralingsbeschermingsdienst waakt over vrijgave potentieel radioactieve vloeistoffen**

De dienst Stralingsbescherming speelt een actieve rol bij de toelating van de lozing van vloeistoffen uit de WAB.

✓ **Radioactieve gassen worden zo lang mogelijk opgeslagen voor maximaal verval**

De radioactieve gassen blijven zo lang mogelijk in de afvaltanks, langer dan de procedure voorschrijft, zo krijgen ze de kans om zo veel als mogelijk te vervallen.

6.14.3.3 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF14 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF14-7: De radiologische impactstudies worden geactualiseerd rekening houdend met de aangepaste meteorologische gegevens en de aangepaste voedingsgewoontes**

Met de actie D3-SF14-5, die voor Doel 3 reeds is uitgevoerd, zijn de computermodellen reeds aangepast rekening houdend met de nieuwe weersomstandigheden. De aangepaste isotopenvector (zie actie D4-SF14-6) wordt enkel toegepast indien de verschillen significant zijn. Gelijkaardige actie als **D3-SF14-5, D4-SF14-8**.

✓ **SF14-10: Aanpassen van de detectielimieten voor radioactieve lozingen in het Veiligheidsrapport conform de Euratom-aanbeveling 2004/02**

Bepaalde in het Veiligheidsrapport vermelde detectielimieten moeten voldoen aan de Euratom-aanbeveling 2004/02, en overschrijden de aanbevolen waarden. De reële detectielimieten zijn wel lager dan de door Euratom aanbevolen bovengrenzen. Gelijkaardige actie als **D3-SF14-6, D4-SF14-12**.

✓ **SF14-13: Opstellen van een System Health Report voor de RM-systemen**

De huidige werkwijze laat niet toe om conclusies te trekken over een onbeschikbaarheidstrend voor de Tech-Spec-monitoring van de radioactiviteit (RMS) voor de eenheden Doel 1&2, terwijl RMS een veiligheidsgerelateerd systeem is. Er moet een SHR voor de RM-ketens opgesteld worden. Gelijkaardige actie als **D3-SF14-7, D4-SF14-14**.

✓ **SF14-14: Verzekeren van de goede werking van de Doel 1&2 RM-ketens uitgerust met TK 240 elektronische componenten, rekening houdend met obsolescentie van deze componenten**

De obsolescentie van het elektronisch gedeelte (TK 240) gebruikt in sommige RM-ketens, dient te worden beheerd voor het verzekeren van de goede werking van de ketens tijdens de komende 10 jaar. Dit elektronisch materiaal is niet meer beschikbaar bij de leverancier.

✓ **SF14-15: Renovatie van de RM-ketens 1/2RM40 en 1RM46**

De RM-ketens 1/2RM40 en 1RM46 staan in voor de monsterneming van de *containment*-atmosfeer, zowel tijdens normaal bedrijf als na ongeval. De detectoren zijn HP Ge (hyperpuur germanium) en worden elektrisch gekoeld. Het koelsysteem van de detectoren van de ketens 1/2RM40 en 1RM46 vereist veel onderhoud en wordt niet meer ondersteund door de leverancier. Het koelsysteem van deze ketens wordt vervangen door een onderhoudsvriendelijker systeem. De renovatie van het koelsysteem gaat altijd samen met de vervanging van de detectoren.

6.14.3.4 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3&4 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF14-6: Invloed onderzoeken van het gebruik van de Tihange-isotopenvector in plaats van de KCD-vector**

Indien de invloed significant is worden de radiologische impactstudies herdaan met de juiste vector.

✓ **D3-SF14-1: Opzetten proces voor de periodieke update van de inventaris van de radioactieve bronterm**

Opzetten van een proces om de inventaris van de radioactieve brontermen periodiek te updaten zodat ze onmiddellijk beschikbaar zijn bij noodsituaties.

✓ **D3-SF14-10: Opstellen van een geïntegreerd programma voor milieubewaking**

De radiologische aspecten zijn nog niet opgenomen in het milieubeheersprogramma (EMAS). Dit programma is een uitstekend hulpmiddel voor continue verbetering.

✓ **D3-SF14-11: Ontwikkeling van een meting voor de opvolging van de radioactieve besmetting van het regenwater**

Een radioactieve meting van het regenwater verschaft bijkomend inzicht in mogelijke radioactieve lozingen die door de regen worden weggewassen. Het is de bedoeling om met een haalbaarheidsstudie te evalueren of dit redelijkerwijze mogelijk is.

✓ **D3-SF14-12: Finaliseren van de procedure voor de periodieke controle van de concentratie van radio-isotopen in het grondwater**

Op basis van ervaringsberichten werden reeds metingen uitgevoerd. Deze moeten nog opgenomen worden in een periodiek programma.

✓ **D3-SF14-14: Opstellen van een beleid om het RMS-alarmniveau te bepalen**

Opstellen van een schriftelijk beleid op de site voor de bepaling van het RMS-alarmniveau in alle installaties van Doel, rekening houdend met de lozingsdoelstellingen (ALARA).

✓ **D3-SF14-17: Aanpassen van het Veiligheidsrapport met de demografische resultaten uit de milieueffectenrapporten**

De demografische resultaten uit het MER zijn actueler dan deze uit het Veiligheidsrapport.

✓ **D3-SF14-23: Promoten van het ALARA-beleid voor radioactief afval**

Hoewel de verplichting om een ALARA-niveau voor radioactieve lozingen en vast afval toe te passen is opgenomen in het Veiligheidsrapport, worden de medewerkers niet voldoende aan dit principe herinnerd.

6.14.3.5 Interfaces met andere veiligheidsfactoren of projecten

De resultaten van het assessment SF14 zijn besproken met de assessorteams van *Safety Performance* (SF8), *Use of experience from other plants and research findings* (SF9) en *Organization and Administration* (SF10). Sommige gebeurtenissen zijn onderwerp van gesprek geweest tussen de assessoren van SF9 en SF14. Het element van de review over de radioactieve lozingen is gemeenschappelijk met SF8.

6.14.4 Werkwijze

Bij het assessment SF14 zijn onderstaande stappen gevolgd:

1 Afbakenen van de scope.

Het assessment SF14 onderzoekt hoofdzakelijk een normale uitbating, met andere woorden geen noodsituaties (zie SF13) en geen radiologische studies in ongevalssituaties (zie SF5). Wel is het zo dat de uitrusting en de procedures voor een normale uitbating de basis vormen voor de noodzakelijke maatregelen bij noodsituaties. De resultaten van dit assessment kunnen bijgevolg heel relevant zijn voor andere veiligheidsfactoren. De voorgestelde scope voor Doel 1&2 houdt ook rekening met de ervaring opgedaan bij de assessments van Doel 3 en Tihange 2.

2 Uitbreiden van het beoordelingsveld.

Geïnspireerd door de *IAEA OSART Guidance* (Behandeling van effluenten en betrokkenheid van personeel) [REF ALG-6] en op basis van het document *Scope and Methodology* [REF ALG-2] is het beoordelingsveld uitgebreid en vervolledigd. Zowel de processen als de resultaten zijn in beschouwing genomen.

3 Onderzoeken van alle beoordelingselementen.

- Potentiële bronnen van radiologische impact en de bijbehorende afscherming en opsluiting.

- Lozingslimieten van effluënten: lozingen, impact op de bevolking, berekeningsmethodiek.
- Gegevens van radiologische lozingen: stralingsmonitoring, detectielimieten, meetmethodes, opgevolgde radionucliden.
- Opvolging van besmettings- en stralingsniveaus in de omgeving.
- Alarmsystemen voor ongeplande lozingen uit de installatie.
- Behandeling van gasvormige en vloeibare effluënten: geschiktheid van de uitrusting voor ALARA en *best available technology* van de effluënten.
- Betrokkenheid van de medewerkers: organisatie en opleiding.

4 Afchecken met assessments van Doel 3.

Voor een aantal beoordelingselementen onderzocht bij de assessments van Doel 3 zijn geen nieuwe gegevens verwacht in relatie tot Doel 1&2. Het gaat met name over:

- Impact van lozingen op fauna en flora.
- Publicatie van milieugegevens en vergelijking met rapporten van Electricité de France (EDF).
- Wijzigingen in het gebruik van gebieden rond de site: impactstudie op de bevolking.

7 Globale assessment en resulterend actieplan

7.1	Werkwijze.....	177
7.2	Globale assessment	180
7.3	Acties in het actieplan.....	181

7 Globale assessment en resulterend actieplan

In de globale evaluatie wordt de nucleaire veiligheid van de eenheid beoordeeld aan de hand van de significante resultaten uit de assessments van de 14 veiligheidsfactoren.

7.1 Werkwijze

Alle bevindingen, sterktes en mogelijke verbeteringen van de 14 veiligheidsfactoren worden samengebracht. Voor de mogelijke verbeteringen worden acties voorgesteld. Op basis van het veiligheidsbelang en de vereiste middelen wordt beslist of een voorgestelde actie al dan niet deel uitmaakt van het actieplan voor de eenheid.

7.1.1 Rangschikken naar veiligheidsbelang

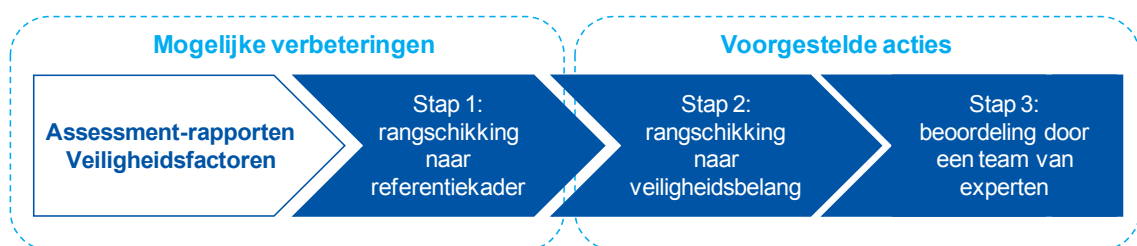
Niveaus van veiligheidsbelang

De acties worden gerangschikt volgens hun veiligheidsbelang. Dit wordt uitgedrukt in één van de volgende vier niveaus:

Niveau	Veiligheidsbelang
4	Hoog
3	Middelhoog
2	Middellaag
1	Laag

Overzicht van het proces

De acties worden in drie stappen gerangschikt. Elke stap wordt hieronder toegelicht.



Figuur 7.1: Rangschikken naar veiligheidsbelang

Stap 1: Mogelijke verbeteringen rangschikken naar referentiekader

De mogelijke verbeteringen worden gerangschikt volgens hun oorsprong en omvang in het referentiekader van de betrokken veiligheidsfactoren. Dat referentiekader bestaat uit de volgende elementen:

- Bindende Belgische en Europese regels
- Toepasselijke regels in het Veiligheidsrapport
- Referentieregels in het Veiligheidsrapport
- Internationale richtlijnen
- Codes en normen
- Goede praktijken

Stap 2: Acties voorstellen en rangschikken naar veiligheidsbelang

Daarna worden voor de mogelijke verbeteringen acties voorgesteld. Deze acties worden gerangschikt naar veiligheidsbelang. Acties kunnen maximaal één niveau stijgen ten opzichte van het niveau dat de mogelijke verbetering in stap 1 heeft gekregen. Dit kan alleen in de volgende gevallen:

- De actie versterkt het eerste niveau van *defence in depth* uit INSAG-10, *prevention of abnormal operation and failures*, en heeft dus een preventief karakter [REF ALG-4].
- De actie heeft een significant voordeel vanuit een probabilistisch standpunt met betrekking tot de kans op het voorkomen van een begingebuurtenis, de kans op kernschade, of de kans op grote radiologische lozingen.

Stap 3: Beoordelen van de acties door een team van experts

De finale rangschikking van de acties gebeurt door een multidisciplinair team van experts met ruime kennis van bedrijfsvoering, ontwerp en veiligheid. Dit team bevat leden uit het Electrabel-management die onafhankelijk zijn van het TJH-projectteam. Het team beoordeelt grondig de rangschikking van de acties uit de tweede stap en kan het niveau bevestigen, of verhogen of verlagen met maximaal één veiligheidsniveau.

7.1.2 Rekening houden met de vereiste middelen

De vereiste middelen van een actie bestaan uit volgende elementen:

- De investeringskost (hardware, technische studie).
- De werkbelaasting van het Electrabel-personeel.
- De mogelijke extra kost die de complexiteit of het implementatierisico van de actie met zich brengen.

Ook voor de vereiste middelen van een actie worden vier niveaus gehanteerd:

Niveau	Vereiste middelen
4	hoog
3	middelhoog
2	middellaag
1	laag

7.1.3 Resultaat: beslissingsmatrix

Met het veiligheidsbelang en de vereiste middelen als assen ontstaat een beslissingsmatrix waarbinnen de voorgestelde acties gerangschikt worden.

Vereiste middelen				
hoog 4	niet opgenomen	niet opgenomen	niet opgenomen	te beslissen
middelhoog 3	niet opgenomen	te beslissen	te beslissen	te beslissen
middellaag 2	niet opgenomen	te beslissen	te beslissen	uit te voeren
laag 1	niet opgenomen	te beslissen	uit te voeren	uit te voeren
	laag 1	middellaag 2	middelhoog 3	hoog 4
Veiligheidsbelang				
Legende				
• Uit te voeren: de actie wordt uitgevoerd. • Te beslissen: er is een doorgedreven besluitvorming nodig die rekening houdt met de geïdentificeerde sterktes. • Niet opgenomen: de actie wordt niet uitgevoerd.				

Figuur 7.2: Beslissingsmatrix

7.2 Globale assessment

Na evaluatie van de resultaten van alle 14 assessments zijn de volgende acties geselecteerd en opgenomen in het actieplan. De focus ligt op die acties die de grootste impact hebben op de verbetering van de nucleaire veiligheid. Enkel specifieke acties voor Doel 1&2 volgend uit de PSR assessments zijn opgenomen in de beslissingsmatrix. De acties in het PSR-actieplan van Doel 3 of Doel 4 die geldig zijn voor de hele site en dus ook voor Doel 1&2, zijn opgenomen in hoofdstuk 7.3.

Vereiste middelen				
hoog 4			SF3-2	SF5-1, SF6-4
middelhoog 3			SF11-5, SF14-13	
middellaag 2		SF7-18	SF3-1, SF3-3, SF7-4, SF14-14, SF14-15	SF5-18, SF7-11
laag 1	SF14-7	SF14-10	SF5-5, SF5-15	SF7-9
	laag 1	middellaag 2	middelhoog 3	hoog 4
Veiligheidsbelang				

Figuur 7.3: Beslissingsmatrix met verbeteracties

7.3 Acties in het actieplan

Hieronder volgt een overzicht van alle geselecteerde acties per veiligheidsfactor (SF). Het actieplan wordt uitgevoerd over een periode van vijf jaar. Voor Doel 1&2 moet het actieplan ten laatste tegen eind november 2020 uitgevoerd zijn.

7.3.1 SF1 – Plant Design

De geselecteerde verbeteringen voor het ontwerp van Doel 1&2 maken deel uit van LTO ADU (zie 3.6.3 'Evaluatie van het ontwerp').

7.3.2 SF2 – Actual Condition of Systems, Structures and Components

Voor SF2 zijn geen acties in het actieplan opgenomen. LTO *Ageing* heeft reeds de nodige verbeteringen van het verouderingsbeheer geïdentificeerd. Die verbeteringen zijn opgenomen in het lopende LTO-actieplan, waaronder de preventieve vervanging van componenten.

7.3.3 SF3 – Equipment Qualification

7.3.3.1 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF3 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF3-1: Opstellen van kwalificatierapporten voor de actieve veiligheidsgebonden pompen en ventilatoren**

Opstellen van kwalificatierapporten voor alle actieve veiligheidsgebonden pompen en ventilatoren aan de hand van bestaande stressrapporten, testrapporten en informatie van de originele fabrikant. Gelijkaardige actie als **D3-SF3-1, D4-SF3-1**.

✓ **SF3-2: Opstellen van kwalificatierapporten voor alle actieve veiligheidsgebonden afsluiters met hun aandrijving**

Aan de hand van bestaande kwalificatierapporten en informatie van de originele fabrikant nagaan of de combinatie van afsluiter en aandrijving voldoende gekwalificeerd is. Gelijkaardige actie als **D3-SF3-2, D4-SF3-2**.

✓ **SF3-3: De lijst van de 1E3-meetinstrumenten up-to-date brengen en valideren**

Overwegen om deze 1E3-lijst op te nemen in het Veiligheidsrapport zoals 1E1 en 1E2. De levensduurdatabank of zijn opvolger (Q-lijst) aanvullen indien nodig. Gelijkaardige actie als **D4-SF3-4**.

7.3.3.2 Actieplan PSRII Doel 3

In het actieplan PSRII Doel 3 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werd onderstaande actie geselecteerd:

- ✓ **D3-SF3-6: Controle elastomeren buiten reactorgebouw op stralingsbestendigheid (SF3-extra 2)**

Voor de elastomeren in kritische componenten buiten het reactorgebouw wordt er geverifieerd dat de berekende dosis in ongevalsomstandigheden lager ligt dan de voor deze elastomeren toegelaten dosis.

7.3.4 SF4 – Ageing

7.3.4.1 Geselecteerde verbeteringen

Voor SF4 zijn geen acties in het actieplan opgenomen. LTO *Ageing* heeft reeds de nodige verbeteringen van het verouderingsbeheer geïdentificeerd. Die verbeteringen zijn opgenomen in het lopende LTO-actieplan, waaronder de preventieve vervanging van componenten.

7.3.4.2 Actieplan PSRII Doel 4

In het actieplan PSRII Doel 4 zijn meerdere verbeteringen geselecteerd die van toepassing zijn op de volledige site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan voor Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werd onderstaande actie geselecteerd:

- ✓ **D4-SF4-10: Noodzaak evalueren en zo nodig opstellen van een Ageing Summary voor rubber balgen en leidingen**

De keuze wordt gemaakt in het *Ageing*-coördinatiecomité. Het betreft hier de kritische rubber balgen en de kritische flexibele leidingen.

7.3.5 SF5 – Deterministic Safety Analysis

7.3.5.1 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF5 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

- ✓ **SF5-1: Uitvoeren van een plant-specifieke SGPB-studie**

Uitvoeren van een plant-specifieke SGPB-studie voor Doel 1&2 en deze documenteren in het Veiligheidsrapport.

✓ **SF5-5: Verantwoording van het niet onderzoeken van de operatorfout bij onvrijwillige boorverdunding**

Verantwoording in het Veiligheidsrapport toevoegen die aangeeft dat er op een ontijdige boorverdunding door een operator meerdere waarschuwingen en signalen volgen. Enkel als die genegeerd worden, leidt deze fout mogelijk tot een faling. Het is hierdoor niet nodig om een operatorfout als enkelvoudige fout in rekening te brengen. Gelijkaardige actie als **D3-SF5-4, D4-SF5-5**.

✓ **SF5-15: Uitvoeren van een nieuwe radiologische gevolgstudie voor de voedingswaterleidingbreuk**

Er wordt rekening gehouden met de actuele aannames rond het *spiking*-model, de specifieke primaire activiteit, de maximale lek primair-secundair en de duur van de transiënt. Deze studie wordt gedocumenteerd in het Veiligheidsrapport. Gelijkaardige actie als **D4-SF5-12**.

✓ **SF5-18: Aanvullen van het BK-strategiedocument met Severe Accident-scenario's voor de splijtstofdokken en stilstandtoestanden**

Gelijkaardige actie als **D4-SF5-14**.

7.3.5.2 Actieplan PSRII Doel 3

In het actieplan PSRII Doel 3 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werd onderstaande actie geselecteerd:

✓ **D3-SF5-18: Kwalificeren van de N16-metingen op de stoomleidingen op D3 (SF5-extra 1)**

Het enige overblijvende engagement van de generieke stoomgenerator pijpbreukstudies wordt hiermee afgewerkt.

7.3.6 SF6 – Probabilistic Safety Assessment

Tijdens het assessment van SF6 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werd onderstaande actie geselecteerd.

✓ **SF6-4: Volledig uitvoeren PSA-actieplan zoals vastgelegd voor Doel 3 maar toegepast op Doel 1&2**

Na de uitgifte van het PSR Syntheserapport zijn de OFI die door Jacobsen Engineering zijn bepaald opnieuw geëvalueerd door Tractebel Engineering en Electrabel. Verschillende OFI werden extra toegevoegd in het PSA-actieplan. Gelijkaardige actie als **D3-SF6-10003, D4-SF6-3**. De verdere planning, opvolging en rapportering van deze actie gebeurt via de werkgroep PSA.

7.3.7 SF7 – Hazard Analysis

7.3.7.1 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF7 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF7-4: Nagaan of de NFPA55-norm impact heeft op de stockage van hogedrukgascontainers**

Interne brandhaarden: uitvoeren van een studie om na te gaan of de NFPA55-norm impact heeft op de stockage van hogedrukgascontainers. Gelijkaardige actie als **D3-SF7-4, D4-SF7-1**.

✓ **SF7-9: Impact van PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Assessment) op de DBE (Design Basis Earthquake) bepalen**

Het seismisch niveau voor de site van Doel werd bepaald door de seismische experts van de Koninklijke Sterrenwacht in 2015, op basis van recente seismologische gegevens met onafhankelijk nazicht door IRSN. De impact van de resultaten op het seismisch ontwerpniveau van Doel 1&2 wordt bepaald.

✓ **SF7-11: Controle beschikbare marges bij overschrijden meteorologische ontwerptemperaturen**

De SSC die geïmpacteerd worden door extreme temperaturen zijn geïdentificeerd. In het geval van het overschrijden van een limiet moeten de nodige acties getriggerd worden. Deze zijn beschreven in de KCD-studie 'Uitbating site Doel tijdens hittegolf'. De beschikbare marges tegenover de verhoogde waarden worden geëvalueerd. Zo nodig worden marges vrijgemaakt en bijkomende acties gedefinieerd. Gelijkaardige actie als **D4-SF7-3**.

✓ **SF7-18: Uitvoeren van een haalbaarheidsstudie voor de installatie van extra branddetectoren in de ventilatiekringen in het reactorgebouw**

Door bijkomende detectoren te voorzien in de grote VE-kanalen in het reactorgebouw heeft men een back-up voor de bestaande branddetectie. Door de grote debieten is dit mogelijk niet haalbaar. Bovendien moeten ontijdige alarmen voorkomen worden om een gepaste respons door de operatoren te blijven garanderen. Deze actie beperkt zich tot de haalbaarheidsstudie. Deze actie loopt voor Doel 3 (**D3-SF7-extra 1**), maar de haalbaarheid voor Doel 1&2 moet nog worden onderzocht.

7.3.7.2 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3 en Doel 4 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4/SF7-2: Representativiteit van de externe weerstations nagaan aan de hand van de eigen weerstations op de site**

IMDC heeft een statistische studie uitgevoerd van de diverse meteo-omstandigheden. Hiervoor werd gebruik gemaakt van metingen in Woensdrecht, Deurne en Vlissingen. Er

wordt onderzocht in welke mate deze representatief zijn voor KCD. De beschikbare KCD-meteogegevens worden vergeleken met de gebruikte metingen in de IMDC-studie.

De meteogegevens die beschikbaar zijn in de noodplankamer worden opgenomen in de lijst van definitief te bewaren parameters. Zo blijven deze beschikbaar voor latere analyses.

✓ **D4/SF7-5: Studie van de gevolgen van een explosie op de site**

Er wordt een analyse uitgevoerd van het nucleaire risico van een explosie van de volgende mogelijke explosiebronnen:

- WPG-gasopslagplaats (lokaal 032)
- Propaanopslagplaats HSK
- Opslagplaats telgas (achter WAB 300)
- Waterstofopslagplaats aan de WAB
- Opslagplaats acetyleen aan de WAB
- Opslagplaats van brandbare producten MOB (lokaal 010)
- Opslagplaats brandbare gassen (lokaal 001 → 007)

De explosie wordt gemodelleerd en het effect (overdruk) op de veiligheidsgebonden structuren wordt berekend. Het risico van de scenario's die aanleiding geven tot een overschrijding van de weerstand van de gebouwen wordt opgeteld bij het explosierisico van externe bronnen.

✓ **D4-SF7-7: Methodologie ontwikkelen om onafhankelijke gebeurtenissen te combineren en te evalueren**

Dit moet in overeenstemming zijn met de methodologie die gebruikt is voor de klassificatie en kwalificatie van het BUM (bijvoorbeeld seïsme en hevige wind).

✓ **D3-SF7-2: Integreren van de IEEE 1202-norm of zijn Europese equivalent in de aankoopspecificaties voor nieuwe kabels en optische vezels**

Op deze manier is gegarandeerd dat de nieuw aangekochte kabels voldoen aan de laatste normen op het vlak van de brandbeveiliging.

✓ **D3-SF7-8: Aanpassen van de procedures voor gebruik van ademluchtflessen conform de aanbevelingen in RG 1.189**

De procedures moeten garanderen dat het brandweerteam de ademhalingstoestellen correct gebruikt en dat dit tijdens de opleiding gecontroleerd en geregistreerd wordt.

✓ **D3-SF7-9: Aanpassen van de procedures voor leverancierscontrole conform de aanbevelingen in RG. 1.189**

De procedures moeten garanderen dat het geleverde materiaal op het vlak van de brandbeveiliging voldoet aan de opgelegde aankoopspecificaties.

✓ **D3-SF7-11: Aanpassen van de procedures voor de brandwacht conform de aanbevelingen in RG 1.189**

De extra controles als gevolg van onbeschikbare branddetectiemiddelen of bij werken met een verhoogd brandrisico moeten gedocumenteerd en auditeerbaar zijn.

✓ **D3-SF7-12: Opvolgen van de ontwikkelingen in de industriële omgeving in de nabijheid van de kerncentrale Doel**

Opvolgen van de industriële ontwikkelingen in de omgeving van kerncentrale Doel, zoals Seveso-bedrijven, containerterminals, logistieke parken, Verrebroekdok, Deurganckdok, Saeftinghedok, Liefkenshoek-treinverbinding, verdieping van de Westerschelde, spoorwegverbindingen, en wegtransporten.

✓ **D3-SF7-15: Evalueren van de impact van elektromagnetische interferentie bij nieuwe projecten**

Evalueren van de impact van elektromagnetische interferentie bij nieuwe projecten en wijzigingen. De bekabeling en aarding van elektrische installaties moet getoetst worden aan de aanbevelingen van IEC/TR 6 1000-5-2.

✓ **D3-SF7-15-extra: Documenteren waarom voor de bestaande installatie geen EMI-metingen uitgevoerd worden**

✓ **D3-SF7-19: Nagaan of het sluiten van de brandluiken een impact heeft op de opbouw van een explosieve waterstofatmosfeer in de batterijlokalen**

De ventilatiesystemen garanderen dat de aan de batterijen gevormde waterstof wordt afgevoerd. Er moet gecontroleerd worden dat ook bij een gestopte ventilatie de explosiegrenzen nooit overschreden worden.

7.3.8 SF8 – Safety Performance

7.3.8.1 Geselecteerde verbeteringen

Er zijn geen acties specifiek voor Doel 1&2.

7.3.8.2 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3&4 zijn meerdere verbeteringen opgenomen die van toepassing zijn op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF8-1: Herevaluatie van de prestatie-indicatoren uitgaande van IAEA TecDoc 1141 Operational Safety Performance Indicators for Nuclear Power**

Dit gebeurt in overleg met Tihange en Electrabel Corporate als voorbereiding op de *WANO Corporate Peer Review 2016*.

Door het huidige systeem van indicatoren (Tier-indicatoren) beter af te stemmen op de internationale aanbevelingen en goede praktijken kan de meerwaarde ervan als instrument om de nucleaire veiligheid te bewaken, aangescherpt worden. Momenteel worden niet alle domeinen qua *Safety Performance* opgevolgd in het KPI-systeem en er is vrijwel geen hiërarchische structuur aanwezig die toelaat om clustervorming in afnemende veiligheidsprestaties te detecteren. Er is weinig overeenstemming met indicatoren van andere Europese licentiehouders en er is geen globale visie op het gebruik van drempelwaarden. Ook zou meer aandacht moeten gaan naar de specifieke eigenschappen van de indicatoren.

✓ **D3-SF8-3: Verder uitlijnen van de prestatieindicatoren op IAEA TECDOC 1141 (SF8-extra 1)**

Het attribuut *Plant operates with low risk* wordt vervolledigd. Er worden ook bijkomende indicatoren ontwikkeld betreffende de veroudering van de uitrustingen, correctief onderhoud, oorzaakgerelateerde indicatoren voor significante incidenten met inbegrip van menselijke fouten, recurrentie van gebeurtenissen en de performantie van het *self assessment*.

✓ **D3-SF8-15: Selecteren van bijkomende indicatoren voor Plant operates with low risk**

Selecteren van bijkomende indicatoren zoals voorgesteld in IAEA TECDOC 1141 om het attribuut *Plant operates with low risk* nauwkeuriger te dekken.

✓ **D3-SF8-16: Opstellen van een procedure voor de bepaling van KPI's voor radioactieve lozingen**

Er bestaat geen procedure die de methodologie beschrijft om de nagestreefde KPI's voor radioactieve lozingen af te leiden en te updaten. Deze verbetering is ook in de veiligheidsfactor *Radiological impact on the environment* vermeld.

7.3.9 SF9 – Use of Experience from other Plants and Research Findings

7.3.9.1 Geselecteerde verbeteringen

Er zijn geen acties specifiek voor Doel 1&2.

7.3.9.2 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3&4 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF9-1: Afspraken omtrent ervaringsbeheer met Tractebel Engineering en Laborelec verduidelijken en formaliseren in een document (actie Corporate)**

Dit moet bevatten:

- Duidelijke en precieze omschrijving van de missie.
- Lijst met verwachtingen.
- Rollen en verantwoordelijkheden.
- Verwachte resultaat inclusief tijdigheid en criteria voor evaluatie.
- Hoe er overlegd zal worden (in/uit en uitwisseling).

✓ **D4-SF9-3: De initiële screening van externe voorvallen verbeteren**

Het belangrijkste doel is de subjectiviteit van de eerste *screening* beperken. De verdere synergie tussen KCD en CNT wordt verhoogd alsook deze van Electrabel Corporate.

✓ **D4-SF9-5: Verbeteren van het proces van de screening van de IRS'en**

Dit gebeurt samen met beide sites en Tractebel Engineering, met een grotere focus op ontwerp en de hieraan gekoppelde analysediepgang. Dit alles wordt beschreven in Electrabel-procedures met linken naar de procedures van Tractebel Engineering.

✓ **D4-SF9-6: Formaliseer de missie en activiteiten van het PSI-comité**

Dit alles neerschrijven in een document (inclusief rollen, verantwoordelijkheden, competenties, interacties, enzovoort).

✓ **D3-SF9-1: Integratie van ervaring uit andere processen in het ervaringsbeheer (SF9-extra 1)**

Ervaringsbeheer is veel meer dan de analyse van interne en externe ervaringsberichten. In de eigen organisatie zijn er vele processen die continu de eigen ervaringen samenbrengen, evalueren en verbeteringen starten. Enkele voorbeelden zijn: opvolging *rework*, *After Action Review*, *System Health Reports*, analyse oliestalen, enzovoort. Een nieuw document (ERV/00) beschrijft welke bestaande processen bijdragen tot het ervaringsbeheer.

✓ **D3-SF9-4: Onderzoeken van de effectiviteit van toegepaste verbeteringsmaatregelen**

Onderzoeken of de effectiviteit van toegepaste verbeteringsmaatregelen toereikend is en of de maatregelen zullen voorkomen dat een gebeurtenis zich voordoet of zich herhaalt. In 2011 is hiervoor een procedure opgesteld. De eerste stap is de evaluatie van de verbeteringsmaatregelen die volgden op de incidentrapporten van het vorige jaar.

✓ **D3-SF9-5: Identificeren en voorkomen van herhaling van ongewenste gebeurtenissen**

Identificeren van ongewenste gebeurtenissen en voorkomen dat ze herhaald worden. Het operationele ervaring-proces in Doel moet gelijksoortige of herhalende gebeurtenissen onderzoeken en identificeren om de effectiviteit van de eventuele al toegepaste verbeteringsmaatregelen te beoordelen en om neerwaartse trends te identificeren. Voor die beoordeling en evaluatie moeten KPI's opgesteld en geëvalueerd worden.

7.3.10 SF10 – Organization and Administration

Aangezien de resultaten van het assessment *Organization and Administration* (SF10) in lijn zijn met de industriestandaarden, zijn er geen specifieke verbeteringen geïdentificeerd. In het kader van LTO *Knowledge and Behavior* zijn al verbeteringen geselecteerd. Die verbeteringen zijn opgenomen in de precondities LTO en worden verder opgevolgd in het kader van de continue verbetering.

7.3.11 SF11 – Procedures

7.3.11.1 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF11 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF11-5: Beschrijven van de achtergrond van de drempels in ongevalsprocedures**

De achtergrond bij de drempels voor acties tijdens ongevalsprocedures is beschreven in de achtergronddocumenten. Soms wordt afgeweken van de drempels zoals voorgeschreven door de WOG. Deze afwijkingen moeten in de achtergronddocumenten beter gedocumenteerd worden. Gelijkaardige actie als **D3-SF11-5**.

7.3.11.2 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D3-SF11-1: Multidisciplinair nazicht van procedures beter specificeren**

Nauwkeuriger definiëren van de verdeling van de taakinhoud bij multidisciplinair nazicht door de verschillende vertegenwoordigers van het PORC/SORC. De PORC/SORC is een multidisciplinair nazichtorgaan, maar er is niet concreet beschreven wat de verantwoordelijkheden zijn van de leden bij het nazicht van documenten. Om efficiënt te kunnen werken, moeten deze verantwoordelijkheden uitgeschreven worden.

✓ **D3-SF11-4: Volledig nazicht van een procedure bij versieverhoging**

Als een document een versieverhoging krijgt, wordt nu automatisch de geldigheid ervan verlengd, zonder garantie dat het document ook volledig nagezien is.

7.3.12 SF12 – The Human Factor

Aangezien de resultaten van het assessment *The Human Factor* (SF12) in lijn zijn met de industriestandaarden, zijn er geen specifieke acties geïdentificeerd. In het kader van LTO *Knowledge and Behavior* zijn de nodige verbeteringen geselecteerd. Die verbeteringen zijn opgenomen in de precondities LTO en worden verder opgevolgd in het kader van de continue verbetering.

7.3.13 SF13 – Emergency Planning

7.3.13.1 Geselecteerde verbeteringen

Er zijn geen acties specifiek voor Doel 1&2.

7.3.13.2 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3&4 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF13-3: De instelling van de alarmen op de dosimeters voor de hulpdiensten in KCD en CNT gelijk maken**

KCD zal de alarminstelling van de interventiedosimeters aanpassen naar de voorgestelde in de werkgroep overheid, zodra deze effectief ingang zullen hebben.

✓ **D3-SF13-1: Combinatie van externe niet-nucleaire en nucleaire gebeurtenissen integreren in noodplanoefeningen (SF13-5)**

Beter integreren van noodscenario's voor externe gevaren (zoals een vliegtuigcrash, een aardbeving of een overstroming) in het oefenprogramma voor noodsituaties. Het oefenprogramma van de centrale is in grote mate gericht op nucleaire ongevallen. Er is slechts één oefening per jaar die uitgaat van een combinatie van een nucleaire gebeurtenis met een niet-nucleaire (omgevings)gebeurtenis die ervan losstaat.

7.3.14 SF14 – Radiological Impact on the Environment

7.3.14.1 Geselecteerde verbeteringen

Tijdens het assessment van SF14 werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, waarvan tijdens het globale assessment de belangrijkste werden geïdentificeerd. Voor Doel 1&2 werden onderstaande acties geselecteerd.

✓ **SF14-7: De radiologische impactstudies worden geactualiseerd rekening houdend met de aangepaste meteogegevens en de aangepaste voedingsgewoontes**

Met de actie D3-SF14-5, die voor Doel 3 reeds is uitgevoerd, zijn de computermodellen reeds aangepast rekening houdend met de nieuwe weersomstandigheden. De aangepaste isotopenvector (zie actie D4-SF14-6) wordt enkel toegepast indien de verschillen significant zijn. Gelijkaardige actie als **D3-SF14-5, D4-SF14-8**.

✓ **SF14-10: Aanpassen van de detectielimieten voor radioactieve lozingen in het Veiligheidsrapport conform de Euratom-aanbeveling 2004/02**

Bepaalde in het Veiligheidsrapport vermelde detectielimieten moeten voldoen aan de Euratom-aanbeveling 2004/02, en overschrijden de aanbevolen waarden. De reële detectielimieten zijn wel lager dan de door Euratom aanbevolen bovengrenzen. Gelijkaardige actie als **D3-SF14-6, D4-SF14-12**.

✓ **SF14-13: Opstellen van een System Health Report voor de RM-systemen**

De huidige werkwijze laat niet toe om conclusies te trekken over een onbeschikbaarheidstrend voor de Tech-Spec-monitoring van de radioactiviteit (RMS) voor de eenheden Doel 1&2, terwijl RMS een veiligheidsgelateerd systeem is. Er moet een SHR voor de RM-ketens opgesteld worden. Gelijkaardige actie als **D3-SF14-7, D4-SF14-14**.

✓ **SF14-14: Verzekeren van de goede werking van de Doel 1&2 RM-ketens uitgerust met TK 240 elektronische componenten, rekening houdend met obsolescentie van deze componenten**

De obsolescentie van het elektronisch gedeelte (TK 240) gebruikt in sommige RM-ketens, dient te worden beheerd voor het verzekeren van de goede werking van de ketens tijdens de komende 10 jaar. Dit elektronisch materiaal is niet meer beschikbaar bij de leverancier.

✓ **SF14-15: Renovatie van de RM-ketens 1/2RM40 en 1RM46**

De RM-ketens 1/2RM40 en 1RM46 staan in voor de monsterneming van de *containment*-atmosfeer, zowel tijdens normaal bedrijf als na ongeval. De detectoren zijn HP Ge (hyperpuur germanium) en worden elektrisch gekoeld. Het koelsysteem van de detectoren van de ketens 1/2RM40 en 1RM46 vereist veel onderhoud en wordt niet meer ondersteund door de leverancier. Het koelsysteem van deze ketens wordt vervangen door een onderhoudsvriendelijker systeem. De renovatie van het koelsysteem gaat altijd samen met de vervanging van de detectoren.

7.3.14.2 Actieplan PSRII Doel 3&4

In het actieplan PSRII Doel 3&4 zijn meerdere verbeteringen van toepassing op de hele site. Ze zijn daarom niet meer opgenomen in het actieplan Doel 1&2. Voor deze specifieke SF werden onderstaande acties geselecteerd:

✓ **D4-SF14-6: Invloed onderzoeken van het gebruik van de Tihange-isotopenvector in plaats van de KCD-vector**

Indien de invloed significant is worden de radiologische impactstudies herdaan met de juiste vector.

✓ **D3-SF14-1: Opzetten proces voor de periodieke update van de inventaris van de radioactieve bronterm**

Opzetten van een proces om de inventaris van de radioactieve brontermen periodiek te updaten zodat ze onmiddellijk beschikbaar zijn bij noodsituaties.

✓ **D3-SF14-10: Opstellen van een geïntegreerd programma voor milieubewaking**

De radiologische aspecten zijn nog niet opgenomen in het milieubeheersprogramma (EMAS). Dit programma is een uitstekend hulpmiddel voor continue verbetering.

✓ **D3-SF14-11: Ontwikkeling van een meting voor de opvolging van de radioactieve besmetting van het regenwater**

Een radioactieve meting van het regenwater verschaft bijkomend inzicht in mogelijke radioactieve lozingen die door de regen worden weggewassen. Het is de bedoeling om met een haalbaarheidsstudie te evalueren of dit redelijkerwijze mogelijk is.

✓ **D3-SF14-12: Finaliseren van de procedure voor de periodieke controle van de concentratie van radio-isotopen in het grondwater**

Op basis van ervaringsberichten werden reeds metingen uitgevoerd. Deze moeten nog opgenomen worden in een periodiek programma.

✓ **D3-SF14-14: Opstellen van een beleid om het RMS-alarmniveau te bepalen**

Opstellen van een schriftelijk beleid op de site voor de bepaling van het RMS-alarmniveau in alle installaties van Doel, rekening houdend met de lozingsdoelstellingen (ALARA).

✓ **D3-SF14-17: Aanpassen van het Veiligheidsrapport met de demografische resultaten uit de milieueffectenrapporten**

De demografische resultaten uit het MER zijn actueler dan deze uit het Veiligheidsrapport.

✓ **D3-SF14-23: Promoten van het ALARA-beleid voor radioactief afval**

Hoewel de verplichting om een ALARA-niveau voor radioactieve lozingen en vast afval toe te passen is opgenomen in het Veiligheidsrapport, worden de medewerkers niet voldoende aan dit principe herinnerd.

8 Defence in depth-analyse van de resultaten

8.1	Doelstellingen	196
8.2	Analyse per niveau van <i>defence in depth</i>	198
8.3	Resultaat van de analyse	206

8 Defence in depth-analyse van de resultaten

Door het groot aantal sterktes blijven de afwijkingen van de normale bedrijfsomstandigheden tot een minimum beperkt (*defence in depth* Niveau 1, 2). Dit geeft aan dat er de voorbije jaren proactief rekening werd gehouden met de nieuwe normen en internationale goede praktijken in het preventieve domein. Een voorbeeld hiervan is het goed uitgebouwde HU-programma.

De sterktes zijn verder voor een groot deel toe te schrijven aan het LTO *Ageing*-programma, wat toelaat om afwijkingen van normale bedrijfsomstandigheden ten gevolge van veroudering van uitrustingen te voorkomen. Volgende beheerstools worden hierbij gebruikt: AMP's, RCM en SHR. Het beheer van de kwalificatie van 1E EI&C uitrustingen wordt vervolledigd.

Er gaat ook veel aandacht naar de bestralingsbescherming van het personeel en de impact op de omgeving bij een normale werking van de centrale.

Tijdens de assessments werden ook enkele mogelijkheden voor verbetering geïdentificeerd, waaronder de implementatie van aanbevelingen voor interne explosie uit RG 1.189, versterking van het indicatorsysteem voor opvolging van de nucleaire veiligheid, en optimalisatie van de radiologische monitoring.

De sterktes tonen aan dat een afwijking van de normale bedrijfsomstandigheden weinig waarschijnlijk is, toont de *defence in depth*-analyse aan dat Doel 1&2 in lijn is met de goede praktijken om de gevolgen van Level 3, 4 en 5 op te vangen. In het kader van de LTO ADU worden belangrijke ontwerpverbeteringen gerealiseerd om de robuustheid van de ingebouwde veiligheidsfuncties verder uit te bouwen. Zo zal de betrouwbaarheid van de GNS-noodsystemen en de ultieme koude bron (RW-systeem) nog worden verhoogd.

8.1 Doelstellingen

Aan de hand van het *defence in depth*-principe van IAEA INSAG-10 [REF ALG-4] kan het algemeen veiligheidsniveau van de eenheid geëvalueerd worden.

"Defence in depth consists in a hierarchical deployment of different levels of equipment and procedures in order to maintain the effectiveness of physical barriers placed between radioactive materials and workers, the public or the environment, in normal operation, anticipated operational occurrences and, for some barriers, in accidents at the plant. Defence in depth is implemented through design and operation to provide a graded protection against a wide variety of transients, incidents and accidents, including equipment failures and human errors within the plant and events initiated outside the plant. The strategy for defence in depth is twofold: first, to prevent accidents and, second, if prevention fails, to limit their potential consequences and prevent any evolution to more serious conditions. Accident prevention is the first priority. The rationale for the priority is that provisions to prevent deviations of the plant state from well known operating conditions are generally more effective and more predictable than measures aimed at mitigation of the consequences of such a departure, because the plant's performance generally deteriorates when the status of the plant or a component departs from normal conditions. Thus preventing the degradation of plant status and performance generally will provide the most effective protection of the public and the environment, as well as of the productive capacity of the plant. Should preventive measures fail, however, mitigatory measures, in particular the use of a well designed confinement function, can provide the necessary additional protection of the public and the environment. Defence in depth is generally structured in five levels. Should one level fail, the subsequent level comes into play. The first four levels are oriented towards the protection of barriers and mitigation of releases; the last level relates to off-site emergency measures to protect the public in the event of a significant release."

IAEA INSAG-10 [REF ALG-4]

Het integraal karakter van het *Integrated Implementation Plan* (IPA) en de sterktes worden getoetst aan het *defence in depth*-principe, zoals gedefinieerd in IAEA INSAG-10 [REF ALG-4]. Als er geen actie of sterktes zijn gedefinieerd, wil dat zeggen dat Doel 1&2 op dat vlak in lijn is met de internationale richtlijnen en goede praktijken.

Defence in depth: overzicht van de 5 niveaus

Strategy	Accident prevention			Accident mitigation			
Operational state of the plant	Normal operation	Anticipated operational occurrences	Design basis and complex operating states	Severe accidents beyond the design basis	Post-severe accident situation		
Level of defence in depth	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5		
Objective	Prevention of abnormal operation and failure	Control of abnormal operation and detection of failures	Control of accidents below the severity level postulated in the design basis	Control of severe plant conditions, including prevention of accident progression, and mitigation of the consequences of severe accidents, including confinement protection	Mitigation of radiological consequences of significant releases of radioactive materials		
Essential features	Conservative design and quality in construction and operation	Control, limiting and protection systems and other surveillance features	Engineered safety features and accident procedures	Complementary measures and accident management, including confinement protection	Off-site emergency response		
Control	Normal operating activities		Control of accidents in design basis	Accident management			
Procedures	Normal operating procedures		Emergency operating procedures	Ultimate part of emergency operating procedures			
Response	Normal operating systems		Engineered safety features	Special design features	Off-site emergency preparations		
Condition of barriers	Area of specified acceptable fuel design limit		Fuel failure	Severe fuel damage	Fuel melt	Uncontrolled fuel melt	Loss of confinement
Colour code	NORMAL		POSTULATED ACCIDENTS		EMERGENCY		

Figuur 8.1: Principe van *defence in depth* [REF ALG-24]

8.2 Analyse per niveau van *defence in depth*

Enkel specifieke acties voor Doel 1&2 volgend uit de PSR assessments zijn opgenomen in de gedetailleerde analyse per niveau van *defence in depth*. Bijgevolg zijn volgende acties niet opgenomen:

- Acties in het PSR-actieplan van Doel 3 of Doel 4 die geldig zijn voor de hele site
- Acties in het LTO-project

Deze acties worden wel in rekening gebracht in de besluiten van de *defence in depth* analyse in 8.3.

8.2.1 Niveau 1: Prevention of abnormal operation and failures

De veiligheidsvoorzieningen van Niveau 1 omvatten een ruime waaier conservatieve maatregelen bij het ontwerp, de keuze van de site, de uitbating en het onderhoud. Ze zijn bedoeld om het radioactief materiaal ingesloten te houden en afwijkingen van de normale bedrijfsomstandigheden tot een minimum te beperken (ook in overgangssituaties en tijdens stilstand van de centrale).

8.2.1.1 Marges in het ontwerp van de systemen en de componenten

Er zijn voldoende marges tegen ongevalsomstandigheden ingebouwd in het ontwerp van de systemen en de componenten om in de praktijk zo weinig mogelijk te moeten terugvallen op maatregelen voor Niveaus 2 en 3.

8.2.1.2 Materiaalkeuze, fabricageprocessen, technologie

Er is sprake van een zorgvuldige materiaalkeuze, gekwalificeerde fabricageprocessen, beproefde technologie en uitgebreide proeven.

Sterkte

- Het project 'Kritische Leveranciers' verzekert de beschikbaarheid van wisselstukken voor de veiligheidstuigen (SF4)

8.2.1.3 Operationeel personeel

Het zorgvuldig geselecteerd operationeel personeel moet uitgebreid opgeleid worden. Hun gedrag moet in overeenstemming zijn met de geldende veiligheidscultuur.

Sterktes

- De managementverwachtingen zijn sterk praktisch gericht (SF9)
- Er is een functiespecifieke analyse van de opleidingsbehoeften met betrekking tot design basis en nucleaire kennis (en opleiding) (SF12)

- Het opleidingssysteem is flexibel en houdt rekening met de feedback zodat ook opleidingen op maat aangeboden kunnen worden (SF12)
- De nodige aandacht wordt besteed aan het in stand houden van voldoende frequente werfsimulatortraining (SF12)
- Het analyseren en waar nodig verbeteren van de pedagogische en inhoudelijke omkadering van de opleidingen (SF12)
- Self assessment en verbeteracties zijn een sterkte ten opzichte van de industriestandaard (SF12)
- Meta-analyse op de verschillende assessments door CIM (SF12)

8.2.1.4 Instructies en opvolging

Er zijn goede operationele instructies voorhanden en er is een betrouwbare opvolging van de status van de centrale en van de operationele voorwaarden.

Sterktes

- Het MS&I-programma is goed gedocumenteerd en opgevolgd (SF2)
- Er bestaat een strikt technisch programma voor chemische conditionering en monitoring (SF2)
- Elk departement volgt de beleids- en operationele procedures bij het uitwerken van hun specifieke instructies en richtlijnen (SF11)
- Het werkaafhandelingsproces verloopt via de SAP-toepassing (SF11)

8.2.1.5 Operationele ervaring

De operationele ervaring (OE) wordt geregistreerd, geëvalueerd en toegepast.

Sterktes

- De beschikbaarheid van de veiligheidstuigen wordt strikt opgevolgd via de G-factor (SF2)
- De toestand van de veiligheidssystemen wordt nauwgezet opgevolgd via SHR (SF2)
- Eventuele incidenten worden systematisch aan de WANO gerapporteerd (SF8)
- De Exploitation Coordination Manager levert een belangrijke meerwaarde op vlak van veiligheidsprestaties (SF8)
- NV&B-plannen en Site-Objectieven rapporteren over de operationele veiligheid (SF8)
- Er is een gemeenschappelijk platform voor de opvolging van zowel interne als externe voorvallen (SF9)
- Management en staff pakken achterstanden effectief aan (SF9)
- SAP-toepassing verzekert effectieve opvolging van ervaringsbeheer en correctieve acties (SF9)
- Kerncentrale Doel is actief lid van WANO (SF11)
- Het proces van documentenbeheer voldoet aan de internationale goede praktijken (SF11)

8.2.1.6 Preventief onderhoudsplan

Er is een volledig preventief onderhoudsplan aanwezig, met aanduiding van de prioriteiten voor de veiligheid en de betrouwbaarheidsvereisten van de systemen.

Sterktes

- Er zijn verschillende initiatieven om de betrouwbaarheid van kritische SSC te verhogen (SF2)
- Uitgebreide on-site en off-site faciliteiten verzekeren kwaliteitsvol onderhoud (SF2)
- Het AMP van Doel 1&2 is volledig (SF4)
- Er is een systematische benadering om het toepassingsgebied van het AMP te bepalen (SF4)
- Er bestaan System Health Reports voor de belangrijkste mechanische systemen (SF4)
- De onderhoudsplannen zijn geoptimaliseerd via het RCM-project (SF4)

8.2.1.7 Bescherming tegen externe en interne gevaren

Er is een basis aanwezig voor de bescherming tegen externe en interne gevaren (zoals aardbevingen, vliegtuigongevallen, schokgolven van ontploffingen, brand, overstroming).

Sterktes

- Doel 1&2 is goed beschermd tegen mogelijke interne brandhaarden (SF7)
- Doel 1&2 is goed beschermd tegen mogelijke interne explosies (SF7)
- De veiligheidsgebonden uitrustingen zijn goed beschermd tegen leidingbreuken (SF7)
- De bescherming tegen de inslag van interne projectielen is ingebouwd in het ontwerp (SF7)
- De hefwerktuigen voldoen aan de meest recente normen (SF7)
- De site van Doel is adequaat beschermd tegen overstroming (SF7)
- Doel 1&2 is voldoende bestand tegen de meest extreme weersomstandigheden (SF7)
- In de toegepaste Design Basis Earthquake van Doel 1&2 zijn marges voorzien (SF7)
- Doel 1&2 is goed beschermd tegen vliegtuigval en mogelijke explosies (SF7)
- Doel 1&2 is goed beschermd tegen biologische fenomenen en drijvende voorwerpen (SF7)

Acties

- SF7-4: Nagaan of de NFPA55-norm impact heeft op de stockage van hogedrukgascontainers
- SF7-9: Impact van PSHA (Probabilistic Seismic Hazard Assessment) op de DBE (Design Basis Earthquake) bepalen
- SF7-11: Controle beschikbare marges bij overschrijden meteorologische ontwerptemperaturen
- SF7-18: Uitvoeren van een haalbaarheidsstudie voor de installatie van extra branddetectoren in de ventilatiekringen in het reactorgebouw

8.2.1.8 De radioactieve lozingen en de impact op de bevolking, fauna en flora tijdens normale bedrijfsvoering zo laag mogelijk houden

De radioactieve impact op de omgeving is verwaarloosbaar klein, en de stralingsdosis opgelopen door de medewerkers is laag.

Sterktes

- Doel 1&2 scoort goed op vlak van stralingsbescherming voor medewerkers (SF8)
- De vrijgavelimieten voor radioactieve effluënten zijn verlaagd (SF14)
- De milieuprocessen zijn EMAS-gecertificeerd (SF14)
- Stralingsbeschermingsdienst waakt over vrijgave potentieel radioactieve vloeistoffen (SF14)
- Radioactieve gassen worden zo lang mogelijk opgeslagen voor maximaal verval (SF14)

Acties

- SF14-7: De radiologische impactstudies worden geactualiseerd rekening houdend met de aangepaste meteogegevens en de aangepaste voedingsgewoontes
- SF14-10: Aanpassen van de detectielimieten voor radioactieve lozingen in het Veiligheidsrapport conform de Euratom-aanbeveling 2004/02
- SF14-13: Opstellen van een System Health Report voor de RM-systemen
- SF14-14: Verzekeren van de goede werking van de Doel 1&2 RM-ketens uitgerust met TK 240 elektronische componenten, rekening houdend met obsolescentie van deze componenten
- SF14-15: Renovatie van de RM-ketens 1/2RM40 en 1RM46

8.2.2 Niveau 2: Control of abnormal operation and detection of failures

De veiligheidsvoorzieningen van Niveau 2 zijn gericht op inherente kenmerken van de centrale, zoals de stabiliteit en de thermische inertie van de kern. Daarnaast focussen ze op systemen die een abnormale werking detecteren (geanticiperde operationele incidenten) en fenomenen onderzoeken die een verdere achteruitgang van de toestand van de centrale kunnen veroorzaken. De systemen die de gevolgen van dergelijke operationele incidenten beperken, zijn ontworpen volgens specifieke criteria (zoals redundantie, lay-out en kwalificatie). Ze moeten ervoor zorgen dat de normale bedrijfsomstandigheden in de centrale zo snel mogelijk hersteld worden.

8.2.2.1 Diagnostische tools en uitrusting

Diagnostische tools en uitrusting, zoals automatische regelsystemen, stellen corrigerende acties in werking voordat de limieten van de bescherming van de reactor worden bereikt. Voorbeelden zijn gemotoriseerde ontlastingskleppen, automatische systemen voor de begrenzing van het reactorvermogen en de druk, de temperatuur of het peil van het koelwater, en systemen voor de controle van de procesfuncties. Dergelijke systemen registreren fouten en melden ze aan de controlezaal.

8.2.2.2 Kwaliteitsbewaking

Een doorlopende bewaking van de kwaliteit en de naleving van de ontwerpaannamen is vereist om de degradatie van installaties en systemen op te sporen voor ze de veiligheid van de centrale in het gedrang brengen. Het gebeurt door middel van inspecties tijdens de werking en periodieke testen van de systemen en componenten.

Sterktes

- Alle relevante kwalificatie-informatie voor EI&C is terug te vinden in de RSQ-systematiek die vervolledigd wordt in het kader van LTO (SF3)
- De onderhoudsprocedures zijn in lijn met RSQ (SF3)
- De Q-lijst van gekwalificeerde veiligheidsgebonden uitrustingen wordt uitgebreid (SF3)
- De levensduurdatabank bevat de gekwalificeerde levensduur voor de gekwalificeerde I&C-componenten (SF3)

Acties

- SF3-1: Opstellen van kwalificatierapporten voor de actieve veiligheidsgebonden componenten, pompen en ventilatoren
- SF3-2: Opstellen van kwalificatierapporten voor alle actieve veiligheidsgebonden afsluiters met hun aandrijving
- SF3-3: De lijst van de 1E3-meetinstrumenten up-to-date brengen en valideren

8.2.3 Niveau 3: Control of accidents within the design basis

Ingebouwde veiligheidsfuncties en veiligheidssystemen moeten voorkomen dat ongevallen evolueren tot ernstige ongevallen en moeten radioactief materiaal binnen het *containment*-systeem houden. De maatregelen op dit niveau zijn vooral bedoeld om beschadiging van de kern te voorkomen. Ingebouwde veiligheidsfuncties worden ontworpen op basis van gepostuleerde ongevallen die de grenzen van reeksen vergelijkbare gebeurtenissen vertegenwoordigen.

8.2.3.1 Gepostuleerde ongevallen

Dit zijn ongevallen die in de centrale zelf ontstaan, zoals:

- Een breuk van een koelleiding van de reactor (ongeval met verlies van koelwater)
- Een breuk van een hoofdstoomleiding of een voedingswaterleiding
- Het verlies van de controle over de criticiteit, zoals bij een trage ongecontroleerde boorverdunning of de terugtrekking van een regelstaaf

Sterktes

- Het splijtstofopslagbekken werd grondiger dan vereist geanalyseerd (SF5)
- Er zijn preventieve beschermingsmaatregelen en detectiemogelijkheden voorzien voor alle ontwerpgevallen klasse III en IV (SF5)
- De lijst van ontwerpgevallen in het PSA-model is volledig (SF6)

Acties

- SF5-1: Uitvoeren van een plant-specifieke SGPB-studie
- SF5-5: Verantwoording van het niet onderzoeken van de operatorfout bij onvrijwillige boorverdunding
- SF5-15: Uitvoeren van een nieuwe radiologische gevolgstudie voor de voedingswaterleidingbreuk

8.2.3.2 Ontwerp en bedrijfsprocedures

Ontwerp en bedrijfsprocedures streven naar het behoud van de effectiviteit van de barrières en vooral van het *containment* bij een gepostuleerd ongeval.

Sterktes

- De analyse van de betrouwbaarheid van het menselijk handelen is volledig (SF6)
- De probabilistische kwantificatie van het PSA-model is systematisch en goed gedocumenteerd (SF6)

Acties

- SF6-4: Volledig uitvoeren PSA-actieplan zoals vastgelegd voor Doel 3 maar toegepast op Doel 12
- SF11-5: Beschrijven van de achtergrond van de drempels in ongevalsprocedures

8.2.3.3 Actieve en passieve ingebouwde veiligheidssystemen

Er zijn actieve en passieve ingebouwde veiligheidssystemen. Om een hoge betrouwbaarheid van de ingebouwde veiligheidssystemen te verzekeren, worden volgende ontwerpprincipes gehandhaafd:

- Redundantie
- Preventie van common mode defecten door middel van diversiteit of functionele redundantie
- Automatisering in de eerste fase van een incident of ongeval
- Testbaarheid, om duidelijke aanwijzingen van de beschikbaarheid en prestaties van de systemen te verstrekken
- Kwalificatie van systemen, componenten en structuren voor specifieke milieumomstandigheden die kunnen voortkomen uit een ongeval of een extern gevaar

Sterkte

- De modellering van de systemen in het PSA-model is volledig en gedetailleerd (SF6)

8.2.4 Niveau 4: Control of severe conditions including prevention of accident progression and mitigation of the consequences of a severe accident

In het concept van *defence in depth* moeten de maatregelen van de drie eerste niveaus het behoud van de structurele integriteit van de kern verzekeren en potentieel stralingsgevaar voor de bevolking beperken. Bijkomende inspanningen perken de risico's verder in.

Het vierde verdedigingsniveau moet ervoor zorgen dat de waarschijnlijkheid van een ongeval met ernstige beschadiging van de kern zo laag mogelijk is. Ook radioactieve ontsnaptingen in het onwaarschijnlijke geval van een ernstige toestand van de centrale, moeten zo laag mogelijk blijven, rekening houdend met economische en sociale factoren.

8.2.4.1 Niet-expliciet berekende ernstige omstandigheden in de centrale

Er wordt rekening gehouden met ernstige omstandigheden in de centrale waarop het oorspronkelijke ontwerp (Niveaus 1 tot 3) niet expliciet berekend is. Dergelijke omstandigheden in de centrale kunnen worden veroorzaakt door meerdere fouten, zoals het volledige verlies van alle aandrijvingen van een veiligheidssysteem, of een uiterst onwaarschijnlijke gebeurtenis, zoals een ernstige overstroming.

Sterktes

- De GNS-noodsystemen beschermen Doel 1&2 niet alleen tegen externe ongevallen, ze kunnen ook een station blackout (SBO) ruimschoots opvangen (SF1)
- De weerstand van het reactorgebouw bij een zwaar ongeval is uitgebreid onderzocht (SF6)

8.2.4.2 Beheer van ongevallen

De belangrijkste doelstelling voor de beperking van de gevolgen van een ongeval op Niveau 4 is de bescherming van het *containment*. Er worden specifieke maatregelen genomen voor het beheer van ongevallen op basis van veiligheidsstudies en onderzoeksresultaten. Deze maatregelen maken ten volle gebruik van de bestaande mogelijkheden van de centrale, met inbegrip van beschikbare niet-veiligheidsgerelateerde uitrustingen.

Sterkte

- Het beheer van zware ongevallen is ondersteund door de actieve deelname aan R&D-programma's (SF5)

Actie

- SF5-18: Aanvullen van het BK-strategiedocument met Severe Accident-scenario's voor de splijtstofdokken en stilstandtoestanden

8.2.4.3 Operatoren

De operatoren stellen de hardwarefuncties voor het beheer van ongevallen in werking, nemen maatregelen die verder gaan dan de oorspronkelijk bedoelde functies van systemen, of gebruiken tijdelijke of ad-hocsystemen. Een toereikende voorbereiding en opleiding van het personeel is een vereiste om ongevallen effectief te beheren. Managementvoorzieningen, zoals een noodplan voor de site, zijn eveneens noodzakelijk.

8.2.5 Niveau 5: Mitigation of the radiological consequences of significant external releases of radioactive materials

Hoewel de hierboven beschreven inspanningen de gevolgen van ernstige ongevallen zullen beperken, zou het negeren van noodplannen buiten de site niet consistent zijn met het principe van *defence in depth*.

8.2.5.1 Noodplannen buiten de site

De noodplannen buiten de site verzamelen en beoordelen informatie over de blootstellingsniveaus die in dergelijke zeer onwaarschijnlijke omstandigheden verwacht worden. Ze bieden ook beschermende maatregelen op korte en op lange termijn. De verantwoordelijke autoriteiten nemen de gepaste maatregelen, op advies van de exploiterende organisatie en de regelgevende instantie.

Sterkte

- Electrabel beschikt over een noodplanstructuur op Corporate-niveau (SF13)

8.2.5.2 Voorbereide noodprocedures

De noodprocedures buiten de site worden voorbereid in overleg met de exploiterende organisatie en de bevoegde autoriteiten en moeten aan de nationale overeenkomsten voldoen. Zowel de noodplannen op als buiten de site worden periodiek geoefend, voor zover dat nodig is om de paraatheid van de betrokken organisaties te verzekeren.

Sterktes

- Kerncentrale Doel heeft een overeenkomst gesloten met een ziekenhuis dat gespecialiseerd is in de behandeling van bestraalde patiënten (SF13)
- De interne en externe brandweerdiensten werken uitstekend samen (SF13)

8.3 Resultaat van de analyse

Niveaus 1 en 2

Door het groot aantal sterktes, blijven de afwijkingen van de normale bedrijfsomstandigheden (*defence in depth* Niveaus 1 en 2) tot een minimum beperkt.

De sterktes zijn voor een groot deel toe te schrijven aan de sterke wil om continu te verbeteren en aan het LTO *Ageing*-programma voor verouderingsbeheer.

Er werden extra inspanningen gedaan voor de WANO *peer reviews*, de *technical support missions* van WANO, en de voorbereidingen en realisaties in het kader van de OSART-missie. Voorbeelden hiervan zijn:

- Een sterk uitgebouwd HU-programma, voldoende frequente werfsimulatortraining voor contractors, praktisch gerichte managementverwachtingen in de *Fundamentals*, en een functie-gericht opleidingsprogramma. In het kader van LTO is de organisatie op weg om de beoogde rekrutering te realiseren.
- Een performant systeem voor documentenbeheer en werkaafhandeling in SAP.
- Een gemeenschappelijk platform voor de opvolging van intern en extern ervaringsbeheer, een systematische rapportering van incidenten aan WANO en het invoeren van een *Exploitation Coordination Manager* voor de opvolging van operationele en veiligheidsprestaties van de eenheden.

In het kader van LTO *Ageing* is het *Ageing Management Process* systematisch uitgewerkt wat toelaat om afwijkingen van normale bedrijfsomstandigheden ten gevolge van veroudering van uitrustingen te voorkomen. Volgende beheerstools zijn hiervoor ontwikkeld: onderliggende AMP's voor types van componenten steunend op AS, RCM en SHR. Volgend uit LTO *Ageing* lopen diverse LTO-acties zoals kwalificatietesten en vervangingen voor elektrische en I&C-componenten.

De basisbescherming tegen externe en interne gevaren (zoals aardbevingen, vliegtuigongevallen, schokgolven van ontploffingen, brand, overstroming) zorgt ervoor dat de impact op de normale bedrijfsomstandigheden tot een minimum beperkt blijft. De bescherming tegen extreme externe gevaren is geanalyseerd in het kader van de weerstandstesten en maakt deel uit van *defence in depth* Niveau 4.

Er gaat ook veel aandacht naar de bestralingsbescherming van het personeel en de impact op de omgeving bij een normale werking van de centrale.

Acties volgend uit PSR assessments

De acties volgend uit de PSR assessments zijn gerelateerd aan nieuwe normen en internationale goede praktijken. Voorbeelden hiervan zijn: implementatie van de aanbevelingen voor explosie uit RG1.189, diverse acties om de radiologische monitoring te optimaliseren, en het versterken van het indicatorsysteem voor het overwaken van de nucleaire veiligheid. Deze maken deel uit van het PSR-actieplan Doel 3&4, en zijn geldig voor de hele site van Doel.

Niveaus 3 en 4

In de voorbije tien jaar werden enkele ontwerpwijzigingen uitgevoerd om het beheer van ontwerpgegevens te versterken. Zo werden onder meer:

- Nieuwe recirculatiefilters in het reactorgebouw geïnstalleerd om te verhinderen dat er vuil in de recirculatietreinen komt na een verlies van primair koelmiddel
- Vier gescheiden elektrische polariteiten ingevoerd met een nieuwe veiligheidsdiesel per polariteit en één gemeenschappelijke nieuwe reserve veiligheidsdiesel.

In LTO Design is nagaan hoe Doel 1&2 zich situeert ten opzichte van de internationale evolutie in het ontwerp en de technologie van PWR-reactoren. Dit heeft geleid tot de *Agreed Design Upgrade* (ADU).

De bescherming tegen extreme externe gevaren is geanalyseerd in het kader van de weerstandstesten. Er is aangetoond dat het behoud van de essentiële veiligheidsfuncties van Doel 1&2 kan gegarandeerd worden, ofwel met behulp van de (redundante en diverse) uitrustingen en systemen die deel uitmaken van het ontwerp van de installaties, ofwel met behulp van mobiele middelen die op de site worden gebruikt. In enkele gevallen werden verbeteringsvoorstellen geformuleerd, die opgenomen zijn in de ADU.

Enkele belangrijke ontwerpverbeteringen in de ADU met betrekking tot ingebouwde veiligheidsfuncties betreffen het verhogen van de betrouwbaarheid van de GNS-noodsystemen en de ultieme koudebron (RW-systeem). Ook wordt de brandbestrijding ten gevolge van een aardbeving verbeterd door de installatie van een nieuw seismisch pompstation, hetgeen ook de stoomgeneratoren van water kan voorzien indien de normale toevoer zou falen.

Om de evolutie naar ernstige ongevallen en beschadiging van de kern te voorkomen zijn alle ontwerp-ongevallen bestudeerd met de nodige sensitiviteitsstudies. Er is een groot aantal gevalideerde ongevalsprocedures ter beschikking om alle ongevallen op te vangen. De introductie van de probabilistische veiligheidsanalyse (PSA) is grondig en uitgebreid gedaan en wordt gebruikt tijdens de opleiding.

De waarschijnlijkheid van een ongeval met ernstige beschadiging van de kern en de omvang van radioactieve lozingen worden zo laag mogelijk gehouden, omdat in de ongevalsstudies ook de ongevallen buiten ontwerp worden onderzocht. Het beheer van zware ongevallen wordt ondersteund door actieve deelname aan R&D-programma's. Binnen het PSA-model gebeurt ook een grondige analyse van de zware ongevallen. In het kader van LTO ADU wordt het *containment* uitgerust met een systeem voor gefilterde drukontlasting, waarmee de radioactieve atmosfeer in het *containment* op een gecontroleerde en gefilterde manier naar de omgeving kan worden ontlast tijdens een zwaar ongeval.

Acties volgend uit PSR assessments

Er werd een voorstel gedaan om bijkomende ongevalscenario's te bestuderen zoals een stoomgeneratorpijpbreuk specifiek voor Doel 1&2.

Externe experts bevelen optimalisaties van het PSA-model aan: verbetering van de modellering van de isolatie in het reactorgebouw, analyse van het effect van het nucleair hulpgebouw op de radioactieve lozingen, en de meer coherente behandeling van de menselijke betrouwbaarheid bij de overgang naar zware ongevallen in het PSA-model.

Niveau 5

De radiologische gevolgen bij een aanzienlijke externe lozing van radioactief materiaal worden beperkt door een snelle communicatie met de overheid en het publiek, en door de goede samenwerking met en de paraatheid van brandweer en ziekenhuizen.

Acties volgend uit PSR assessments

Het combineren van externe niet-nucleaire gebeurtenissen (zoals een overstroming of een aardbeving) en nucleaire gebeurtenissen in noodplanoefeningen. Deze actie maakt deel uit van het PSR-actieplan Doel 3, en is geldig voor de hele site van Doel.

9 Conclusie

9 Conclusie

Het huidige veiligheidsniveau van Doel 1&2 is getoetst aan de huidige internationale veiligheidsstandaarden en praktijken. De vooropgestelde doelstellingen van de Tienjaarlijkse Herziening (TJH) zijn bereikt.

Nieuwe methodiek met 14 veiligheidsfactoren

Tijdens deze vierde TJH van Doel 1&2 werd een nieuwe methodiek toegepast, waarbij niet alleen aandacht ging naar de resultaten (prestatie-indicatoren van de centrale, toestand van de installatie), maar ook de processen. Deze nieuwe methodiek baseert zich op 14 veiligheidsfactoren.

Long Term Operation (LTO)

Omdat de huidige regering toegelaten heeft om de uitbatingsduur van Doel 1&2 te verlengen, werd het ontwerp en de toestand van de installatie nog diepgaander onderzocht. Dit onderscheidde deze TJH van de recente (derde) TJH voor Doel 3 en Doel 4.

Voor de vierde TJH van Doel 1&2 werd vertrokken van de analyses die al uitgevoerd werden in het kader van het LTO-project. De systematische assessments bevestigden dat de voorgestelde ontwerpverbeteringen en vervangingen uit het LTO-project reeds zeer volledig en effectief zijn. Daarbovenop heeft deze TJH nagenoeg alleen mogelijke verbeteringen aan procedures, studies en werkwijzen aan het licht gebracht. De meeste daarvan werden ook al geïdentificeerd tijdens de TJH van Doel 3 en Doel 4.

Sterktes en mogelijke verbeteringen

Uit de vergelijking met internationale goede praktijken kwamen duidelijk een aantal sterktes naar boven: een sterk *human performance*-programma en openheid tegenover externe ervaring en audits. De *System Health Reports* en de *Ageing Summaries* geven een beeld van de huidige toestand van de belangrijkste SSC van Doel 1&2, en garanderen een proactieve opvolging van hun veiligheidsniveau.

Dezelfde vergelijking resulteerde ook in een aantal mogelijke verbeteringen. Op basis van een *global assessment* zijn de mogelijke verbeteringen, die de grootste impact op de nucleaire veiligheid hebben, opgenomen in een actieplan.

Doelstellingen bereikt

Over de hele lijn voldoet het veiligheidsniveau aan de wettelijke verplichtingen. Het PSR-actieplan, het LTO-actieplan, de lopende acties uit andere projecten en de continue verbeteringen van de processen handhaven en verbeteren de veilige uitbating van Doel 1&2 tot de volgende TJH.

10 Referenties

10.1	Algemeen.....	215
10.2	Plant Design (SF1).....	216
10.3	Actual Condition of Systems, Structures and Components (SF2).....	217
10.4	Equipment Qualification (SF3)	217
10.5	Ageing (SF4)	217
10.6	Deterministic Safety Analysis (SF5)	218
10.7	Probabilistic Safety Assessment (SF6)	218
10.8	Hazard Analysis (SF7)	219
10.9	Safety Performance (SF8)	220
10.10	Use of Experience from other Plants and Research Findings (SF9).....	220
10.11	Organization and Administration (SF10)	220
10.12	The Human Factor (SF12)	222
10.13	Radiological Impact on the Environment (SF14).....	226

10 Referenties

10.1 Algemeen

[REF ALG-1]	Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants IAEA NS-G-2.10, IAEA, Vienna, 2003
[REF ALG-2]	Periodic Safety Review Kerncentrale Doel 12 Scope and methodology, TN-PSR.197, Version 1.0, 2011
[REF ALG-3]	Kerncentrale Doel, Rapport Weerstandstesten, bijkomende veiligheids-herziening van de installaties, 31 oktober 2011
[REF ALG-4]	<i>Defence-in-depth</i> in nuclear safety: INSAG-10 / a report by the International Nuclear Safety Advisory group, Vienna, IAEA, 1996.
[REF ALG-5]	Koninklijk Besluit van 30 november 2011: Koninklijk besluit houdende veiligheidsvoorschriften voor de kerninstallaties (transposition WENRA)
[REF ALG-6]	IAEA, NSNI/OSART/157/201, Report of the Osart (Operational Safety Review Team) Mission to the Doel Nuclear Power Plant (Belgium), 8-25 March 2010
[REF ALG-7]	Koninklijk Besluit S 3.497 (artikel 12) Uitbatingsvergunning D12, 25 januari 1974
[REF ALG-8]	Doel 4, Veiligheidsrapport, 10000016353/000, 01/12/2014
[REF ALG-9]	Update of the Reference Framework for D4,T3,T1 and D12 - from y.2004 to end of y.2010 CNT-KCD/4NT/0019715/001/01 Update of the Reference Framework for Belgian NPPs - Belgian regulations, European Union rules, U.S. NRC rules, IAEA standards and WENRA documents - year 2011 – CNT-KCD/4NT/0018211/000/01
[REF ALG-10]	Long Term Operation Technisch Rapport Doel 1&2, 10010331285/000/01 05/07/2012
[REF ALG-11]	Strategische nota van het FANC : 'Long term operation van Belgische Kerncentrales: Doel 1&2 en Tihange 1', ref. 008-194, mei 2009
[REF ALG-12]	Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants (IAEA Safety Reports Series N° 57, October 2008)
[REF ALG-13]	Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors (IAEA-EBP-SALTO, July 2007)
[REF ALG-14]	Plant Life Management for LTO of Light Water Reactor (IAEA Technical Report Series N°448, December 2006)
[REF ALG-15]	OSART Guidelines for Long Term Operation (U.S.NRC, draft rev. 2, May 2009)
[REF ALG-16]	Standard Review Plan for Review of License Renewal Applications for Nuclear Power Plants (Rev. 1, September 2005, NUREG – 1800)
[REF ALG-17]	Plant Support Engineering: License Renewal Electrical Handbook (Rev. 1 to EPRI report 1003057, January 2005)

[REF ALG-18]	Non-Class 1 Mechanical Implementation guideline and Mechanical Tools (Revision 4, January 2006, EPRI 1010639)
[REF ALG-19]	Ageing Identification and Assessment Checklist. Civil and Structural Components—Final Report, (February 2007, EPRI 1011224)
[REF ALG-20]	Ageing management for Nuclear Power Plants (IAEA Safety Guide, January 2009, NS-G-2.12)
[REF ALG-21]	IEEE Std 323, 'Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations,' The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1974
[REF ALG-22]	Regulatory Guide 1.89, 'Environmental Qualification of Certain Electric Equipment Important to Safety for Nuclear Power Plants,' issued June 1984
[REF ALG-23]	Long Term Operation Doel 1 and Doel 2: Rappel des exigences de sûreté pour approuver l'opération à long-terme des réacteurs de Doel 1 et Doel 2 en cas de modification de la loi de sortie progressive du nucléaire de 2003 (Note AFCN 2014-09-12-FH-5-4-2-FR)
[REF ALG-24]	Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, 75-INSAG-3 Rev. 1, INSAG-12

10.2 Plant Design (SF1)

[REF SF1-1]	U.S. NRC 10 CFR50, Appendix A, General Design Criteria for Nuclear Power Plants
[REF SF1-2]	U.S. NRC 10 CFR50.34 Contents of applications; technical information
[REF SF1-3]	U.S. NRC 10 CFR50.44 Combustible gas control for nuclear power reactors
[REF SF1-4]	U.S. NRC 10 CFR50.46 Acceptance criteria for ECCS
[REF SF1-5]	U.S. NRC 10 CFR50.48 Indication of core cooling quality
[REF SF1-6]	U.S. NRC 10 CFR50.55a Codes and Standards
[REF SF1-7]	U.S. NRC 10 CFR50.60 Acceptance criteria for fracture prevention measures for lightwater nuclear power reactors for normal operation.
[REF SF1-8]	U.S. NRC 10 CFR50.62 Requirements for reduction of risk from anticipated transients without scram (ATWS) events for light-water-cooled nuclear power plants
[REF SF1-9]	U.S. NRC 10 CFR50.63 Loss of all alternating current power
[REF SF1-10]	U.S. NRC 10 CFR50 Appendix B Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants
[REF SF1-11]	U.S. NRC 10 CFR50 Appendix G Fracture Toughness Requirements
[REF SF1-12]	U.S. NRC 10 CFR50 Appendix H Reactor Vessel Material Surveillance Program Requirements
[REF SF1-13]	U.S. NRC 10 CFR50 Appendix K ECCS Evaluation Models
[REF SF1-14]	U.S. NRC 10 CFR50 Appendix S Earthquake Engineering Criteria for Nuclear Power Plants
[REF SF1-15]	U.S. NRC NUREG-0737 Clarification of TMI Action Plan Requirements

[REF SF1-16]	U.S. NRC Branch Technical Position BTP 5.4 Design Requirements of the Residual Heat Removal System
[REF SF1-17]	NEI 97-04 Guidance and Examples for Identifying 10 CFR 50.2 Design Bases, Revised Appendix B, November 2000
[REF SF1-18]	U.S. NRC NUREG-800 Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition Version 2011
[REF SF1-19]	Technical guidelines for the design and construction of the next generation of nuclear power plants with pressurized water reactors – adopted during the GPR/German experts plenary meetings held on October 19th and 26th 2000

10.3 Actual Condition of Systems, Structures and Components (SF2)

[REF SF2-1]	IAEA NS-G-2.6: Maintenance, Surveillance and In-Service inspections in Nuclear Power Plants, IAEA, Vienna, 2009
[REF SF2-2]	INPO AP-913: Equipment Reliability Process, revision 2, INPO, Atlanta, 2013
[REF SF2-3]	U.S. NRC 10 CFR50, Appendix B, Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants
[REF SF2-4]	U.S. NRC 10 CFR54, Requirements for renewal of operating licenses for Nuclear Power Plants, 2005

10.4 Equipment Qualification (SF3)

[REF SF3-1]	Standard Equipment Qualification in Operational NPPs: Upgrading, Preserving and Reviewing. IAEA document Safety Report Series N°3, 1998
[REF SF3-2]	Nuclear Energy Institute - Industry Guideline for Implementing the Requirements of 10 CFR Part 54 - The license Renewal Rule: Typical structure, component and commodity groupings and active/passive determinations for the integrated plant assessment (NEI 95-10, Appendix B)
[REF SF3-3]	U.S. NRC 10 CFR 54, Requirements for renewal of operating licenses for Nuclear Power Plants, 2005

10.5 Ageing (SF4)

[REF SF4-1]	IAEA NS-G-2.12 International Atomic Energy Agency: Ageing Management for Nuclear Power Plants, 2009
[REF SF4-2]	U.S. NRC 10 CFR54, Requirements for renewal of operating licenses for Nuclear Power Plants, 2005
[REF SF4-3]	U.S. NRC NUREG-1801, Generic Ageing Lessons Learned (GALL) Report, Volumes 1 and 2, Revision 1, 2005

10.6 Deterministic Safety Analysis (SF5)

[REF SF5-1]	FANC, Belgian Action Plan for the WENRA Reactor Safety Harmonisation (7/12/2006) FPM/6FR/6070198/001/00
[REF SF5-2]	U.S. NRC NUREG-0800 SRP 15.0 Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition — Transient and Accident Analysis
[REF SF5-3]	WENRA Reactor Safety Reference Levels Issue E – Design Basis Envelope for Existing Reactors, 2008
[REF SF5-4]	WENRA Reactor Safety Reference Levels Issue F – Design Extension of Existing Reactors, 2008
[REF SF5-5]	IAEA Safety Guide NS-G-1.2 Safety Assessment and Verification for Nuclear Power Plants, 2001
[REF SF5-6]	U.S. NRC Regulatory Guide 1.195 Methods and Assumptions for Evaluating Radiological Consequences of Design Basis Accidents at Light-Water Nuclear Power Reactors, revision 0 May 2003
[REF SF5-7]	IAEA Safety Guide SSG-2 "Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants", 2009
[REF SF5-8]	IAEA Safety Guide NS-G-2.15 "Severe Accident Management Programs for Nuclear Power Plants", 2009
[REF SF5-9]	IAEA Safety Guide NS-R-1 "Design", 2000

10.7 Probabilistic Safety Assessment (SF6)

[REF SF6-1]	ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level1 / Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications, 2008
[REF SF6-2]	ASME/ANS RA-Sa-2009 Addenda to ASME/ANS RA-S-2008 Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications, 2009
[REF SF6-3]	U.S. NRC, Regulatory Guide 1.200 Revision 2, An Approach for Determining the Technical Adequacy of Probabilistic Risk Assessment Results for Risk-Informed Activities, 2009
[REF SF6-4]	IAEA-TECDOC-1229, "Regulatory Review of PSA Level 2", 2001
[REF SF6-5]	IAEA Specific Safety Guide No. SSG-4, Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, 2010
[REF SF6-6]	IAEA Safety Series No. 50-P-8, Procedures for conducting probabilistic safety assessments of nuclear power plants (level 2), accident progression, containment analysis and estimation of accident source terms, 1995

10.8 Hazard Analysis (SF7)

[REF SF7-1]	IAEA NS-G-1.5, External events excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, 2003
[REF SF7-2]	IAEA NS-G-1.7, Protection against Internal Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, 2004
[REF SF7-3]	IAEA NS-G-1.11, Protection against Internal Hazards other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants, 2004
[REF SF7-4]	U.S. NRC Regulatory Guide 1.189 Fire Protection for Nuclear Power Plants, revision 2, 2009
[REF SF7-5]	WENRA Reactor Safety Reference Levels Issue S, 2008
[REF SF7-6]	U.S. NRC NUREG-800 Standard Review Plan 3.6.1, Plant Design for Protection Against Postulated Piping Failures in Fluid Systems Outside Containment, revision 3, 2007 3.6.2, Determination of Rupture Locations and Dynamic Effects Associated with the Postulated Rupture of Piping, revision 2, 2007 3.6.3, Leak-Before-Break Evaluation Procedures, revision 1, 2007
[REF SF7-7]	U.S. NRC NUREG-800, Branch Technical Position 3-3, Protection Against Postulated Piping Failures in Fluid Systems Outside Containment, revision 3, 2007 3-4, Postulated Rupture Locations in Fluid System Piping Inside and Outside Containment, revision 2, 2007
[REF SF7-8]	U.S. NRC NUREG-800, Standard Review Plan 3.5.1, Missiles, 2007
[REF SF7-9]	U.S. NUREG-0554, Single-Failure-Proof Cranes for Nuclear Power Plants, 1979
[REF SF7-10]	U.S. ANSI/ANS-57.1, Design Requirements for Light Water Reactor Fuel Handling Systems, 1992
[REF SF7-11]	U.S. NRC NUREG-800, Standard Review Plan 9.1.4 Light Load Handling System and Related Refueling Operations, revision 3, 2007 9.1.5 Overhead Heavy Load Handling Systems, revision 1, 2007
[REF SF7-12]	EPRI TR-102323 Guidelines for Electromagnetic Interference Testing of Power Plant Equipment, revision 3, 2004
[REF SF7-13]	IAEA SSG-18, Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, 2011
[REF SF7-14]	U.S. NRC Regulatory Guide 1.208, A Performance Based Approach to Define the Site-Specific Earthquake Ground Motion, 2007
[REF SF7-15]	U.S. Department of Energy, Standard DOE-STD-3014-2006, Accident Analysis for Aircraft Crash into Hazardous Facilities, 2006
[REF SF7-16]	U.S. Nuclear Energy Institute, NEI 07-13, Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs, 2009
[REF SF7-17]	IAEA NS-G-3.1, External Human Induced Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, 2005
[REF SF7-18]	U.S. NRC Regulatory Guide 1.27, Ultimate Heat Sink for Nuclear Power Plants, 1978

[REF SF7-19]	U.S. NRC NUREG-800, Standard Review Plan 9.2.1, Station Service Water System, revision 5, 2007
[REF SF7-20]	IAEA, NS-G-2.13, Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations, 2009
[REF SF7-21]	U.S. NRC Standard Review Plan 3.5.1.6 Aircraft Hazards, revision 4, 2010

10.9 Safety Performance (SF8)

[REF SF8-1]	IAEA-TECDOC-1141, Operational safety performance indicators for nuclear power plants, May 2000
[REF SF8-2]	Benchmark-rapport du Centre d'étude sur l'Evaluation de la Protection dans le domaine Nucléaire (CEPN) "Activités liquides et gazeuses rejetées par les réacteurs à eau pressurisée: données internationales (1980-2008)", Janvier 2010

10.10 Use of Experience from other Plants and Research Findings (SF9)

[REF SF9-1]	IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.11, A System for the feedback of experience from events in nuclear installations, Vienna, 2006.
--------------------	---

10.11 Organization and Administration (SF10)

IAEA	
	Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Safety Guide, NS-G-2.10, 2003
	The Management System for Facilities and Activities, GS-R-3, IAEA, Vienna, 2006
	Application of the Management System for Facilities and Activities, GS-G-3.1, Vienna (2006)
	The Management System for Nuclear Installations, GS-G-3.5, IAEA, Vienna (2009)
	International Nuclear Safety Advisory Group, Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants, Safety Series No. INSAG-13, IAEA, Vienna (1999)
	Quality Assurance for Safety in Nuclear Power Plants and Other Nuclear Installations: Code and Safety Guides Q1-Q14, Safety Series No. 50-C/SG-Q, IAEA, Vienna (1996)
	Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants, No. NS-G-2.8, Vienna (2002)
	Conduct of Operations at Nuclear Power Plants, No. NS-G-2.14, IAEA, Vienna (2008)
	Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series No. NS-G-2.10,

IAEA

Vienna (2003)

The Operation Organization for Nuclear Power Plants, Safety Guide No. NS-G-2.4, Vienna (2001)

Regulatory control of the use of contractors by operating organizations – Peer discussions on regulatory practices, IAEA, Vienna (2000)

Configuration Management in Nuclear Power Plants, IAEA-TECDOC-1335, Vienna, January 2003 (ref. 12.12 in PSR methodology D3/WAB)

Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.2, IAEA, Vienna (2000).

Safety Assessment and Verification for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.2, IAEA, Vienna (2002).

Safety of Nuclear Power Plants: Design, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-1, Vienna (2000).

Software for Computer Based Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.1, IAEA, Vienna (2000).

Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.3, IAEA, Vienna (2002).

Design of Fuel Handling and Storage Systems for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.4, IAEA, Vienna (2002).

Modifications to Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.3, Vienna (2001).

Safety of Nuclear Power Plants: Operation, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-2, Vienna (2000).

Core Management and Fuel Handling for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.5, Vienna (2002).

Maintenance, Surveillance and In-service Inspection in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-2.6, Vienna (2002).

Developing Safety Culture in Nuclear Activities, Practical Suggestions to Assist Progress, Safety Reports Series No. 11, Vienna (1998).

Implementation and Review of a Nuclear Power Plant Ageing Management Program, Safety Reports Series No. 15, Vienna (1999)

Application of Configuration Management in Nuclear Power Plants, Safety report series no. 65, Vienna (2010)

EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Fundamental Safety Principles, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, IAEA, Vienna (2006)

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE CO-ORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency,

IAEA

IAEA Safety Standards Series No. GS-R-2, IAEA, Vienna (2002)

WANO

WANO, WANO Performance Objectives and Criteria, January 2005, Rev. 3

WANO, Guidelines for the Organization and Administration of Nuclear Power Plants, WANO GL 2001-01, Revision 1, July 2003

Andere

Appendix B to CFR Part 50, Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants

FANC, Syntheseverslag van de inspectiecampagne 2009-2010 betreffende het beheer van de onderaanneming in de kerncentrales

INPO, Configuration Management Process Description, AP-929 (Revision 1), June 2005

WENRA, Western European Nuclear Regulators' Association, REACTOR HARMONIZATION WORKING GROUP, WENRA Reactor Safety Reference Levels, January 2008

ANSI/ASME NQA1 Quality assurance program requirements for nuclear power plants, 10000229369

ANS/ANSI/ASME N45.2.9 – Requirements for collection, storage and maintenance of quality assurance records for nuclear power plants, 10000229739

NIRMA TG 19-1996, Configuration Management of Nuclear Facilities, ANSI/NIRMA 1.0, 2000

FANC: « "Long term operation" des centrales nucléaires belges : Doel 1/2 et Tihange 1 » Note n° 008-194, rév.2

Tactebel : Sécurité Nucléaire – Le processus de veille réglementaire, DTRDC1/4NT/0094820/000/01

10.12 The Human Factor (SF12)

IAEA

IAEA – TECDOC – 1329 "Safety Culture in nuclear installations", IAEA, Vienna, 2002 (ref. 12.10)

IAEA presentation "Knowledge Management Assist Visits & Self-Assessment", INIS-NKM Section, Department of Nuclear Energy, Presentation by Ed Boyles

IAEA, Application of the Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.1, IAEA, Vienna, 2006

IAEA, Application of the Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.1, IAEA, Vienna, 2006

IAEA, Conduct of Operations at Nuclear Power Plants, Safety Guide No. NS-G-2.14, Vienna (2008)

IAEA, Information integration in control rooms and technical offices in nuclear power plants, IAEA-TECDOC-1252, Vienna, November 2001

IAEA, Knowledge Management for Nuclear Industry Operating Organizations, IAEA-

IAEA

TECDOC-1510, 2006

IAEA presentation "Knowledge Management Assist Visits & Self-Assessment", INIS-NKM Section, Department of Nuclear Energy, Presentation by Ed Boyles

IAEA, Maintenance, Surveillance and In-service Inspection in Nuclear Power Plants, Safety Guide No. NS-G-2.6, Vienna (2002)

IAEA, Managing Nuclear Knowledge: Strategies and Human Resource Development, Summary of an International Conference, 2004

IAEA, Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Safety Guide, NS-G-2.10, 2003

IAEA, Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants, No. NS-G-2.8, Vienna (2002)

IAEA, Risk Management of Knowledge Loss in Nuclear Industry Organizations, 2006

IAEA, Safety Report Series No. 11 – "Developing Safety Culture in nuclear activities", IAEA, Vienna, 1998 (ref. 12.13)

IAEA, Safety Report Series No. 42 – "Safety Culture in the Maintenance of NPPs", IAEA, Vienna, 2005 (ref. 12.8)

IAEA, TECDOC – 1321 "Self-assessment of Safety Culture in nuclear installations", IAEA, Vienna, 2002 (ref. 12.11)

IAEA, TECDOC – 1411 "Use of Control Room Simulators for training of NPP personnel", IAEA, Vienna, 2004 (ref. 12.14)

IAEA, The Consideration of Human Factors in New NPP Projects, TM-38870, 2010

IAEA, The Management System for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-3, IAEA, Vienna, 2006

IAEA, The Management System for Nuclear Installations IAEA Safety Guide No. GS-G-3.5, IAEA, Vienna, 2006

IAEA, The nuclear power industry's ageing workforce: Transfer of knowledge to the next generation, IAEA-TECDOC-1399, 2004

INPO

INPO, Addendum I: Behaviors and Actions That Support a Strong Nuclear Safety Culture, 2009

INPO, Principles for a strong Safety Culture, 2004 (ref. 12.9)

INPO, Achieving Excellence in Performance Improvement, INPO 09-011, 2009

INPO, Excellence in Human Performance, INPO 90-005, 1997

INPO, Guideline for teamwork and diagnostic skill development, INPO 88-003 (January 1988)

INPO, Human Performance Enhancement System, INPO 90-005, 1990

INPO, Human Performance Key Performance Indicators, INPO 08-004, 2008

INPO, Human Performance Reference Manual, INPO 06-003, 2006

INPO, Human Performance Tools for Engineers and Other Knowledge Workers, INPO 05-002, 2007

INPO, Human Performance Tools for Managers and Supervisors, INPO 07-006, 2007

INPO, Human Performance tools for Workers, INPO 06-002, 2006

INPO

INPO, Increasing Personnel Awareness of Frequent Causes of Human Performance Problems, INPO 90-001, 1990

INPO, Leadership Fundamentals to Achieve and Sustain Excellent Station Performance, September 2007

INPO, Management and Leadership Development, 1994

INPO, Managing By Experience, INPO 98-003, 1999

INPO, Principles for Effective Self-Assessment and Corrective Action Programs, (December 1991)

INPO, Principles for Enhancing Professionalism of Nuclear Personnel, 1989

INPO, Procedure Use & Adherence, INPO 09-004, 2009

INSAG

INSAG, Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture, INSAG Series No. 15, IAEA, Vienna, 2002 (ref. 12.6)

INSAG, Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants, INSAG Series No. 13, IAEA, Vienna, 1999 (ref. 12.5)

INSAG, Safety Culture, Safety Series No. 75-INSAG-4, IAEA, Vienna, 1991 (ref. 12.4 & 1.6.2.4)

INSAG, Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident, Safety Series No. 75-INSAG-1, IAEA, Vienna, 1986

National Academy for Nuclear Training

National Academy for Nuclear Training, Guidelines for Initial Training and Qualification of Licensed Operators, ACAD 10-001 Revision 0 (February 2010)

National Academy for Nuclear Training, Principles of System Development Addendum II: Design development and Implementation, ACAD 88-002 (September 1993)

National Academy for Nuclear Training, Principles of System Development Addendum III: Evaluation Instrument Examples, ACAD 88-002 (September 1993)

National Academy for Nuclear Training, Principles of System Development Addendum IV: Learning Objectives, ACAD 88-002 (December 1989)

National Academy for Nuclear Training, Principles of Training System Development Supplement, ACAD 85-006 Rev. 0 (September 1993)

National Academy for Nuclear Training, Principles of Training System Development Addendum I: Test Item Development, ACAD 88-002 (February 1988)

National Academy for Nuclear Training, The Objectives and Criteria for Accreditation of Training in the Nuclear Power Industry, ACAD 02-001, Rev. 0 (December 2003)

National Academy for Nuclear Training, The Process for Accreditation of Training in the Nuclear Power Industry, ACAD 02-002 Rev. 0, (December 2003)

National Academy for Nuclear Training, The Process for Initial Accreditation of Training in the Nuclear Power Industry, ACAD 88-001 (preliminary) (January 2008)

National Academy for Nuclear Training, Training System Development Model Overview, ACAD 34-032 (September 1993)

National Academy for Nuclear Training, Self Assessment Guide, Assessing Training

National Academy for Nuclear Training

Effectiveness in Addressing Operator Fundamentals, May 2011

NEA

NEA, Better Nuclear Plant Maintenance: Improving Human and Organizational Performance, NEA n°6153, 2009

NEA, le facteur humain: un défi pour les autorités de sûreté nucléaire, NEA n°5335, 2004

NEA, The Role of Human and Organizational Factors in Nuclear Power Plant Modifications, NEA n°6315, 2009

NRC, Human Factors Engineering Program Review Model, NUREG-0711, Rev.2, 2004

OECD NEA, Nuclear Regulatory Challenges Related to Human Performance, ISBN: 92-64-02089-6, OECD, Paris, 20 pages, 2004

U.S.NRC

U.S.NRC, Human Factors Engineering Program Review Model, NUREG-0711, Rev. 2, Washington (Febr. 2004)

U.S. Nuclear Regulatory Commission, Human Factors Engineering Program Review Model, NUREG-0711, Rev. 2, Washington (Feb. 2004)

U.S.NRC, "Standard Review Plan for Nuclear Power Plants", NUREG-800, 1997

WANO

WANO, "Principles for a strong Safety Culture", GL 2006-02, 2006

WANO, 7th Human Performance Meeting, Parijs, 8-11 april 2008

WANO, Conduct of Pre-job Briefings and Post-job Debriefs, 2004

WANO, Error Prevention Tools and Programs, 2005

WANO, GP-MOW-02-004 – Plant's Program on Implementation of the Safety Culture Principles, 2003

WANO, Guidelines for Effective Nuclear Supervisor Performance, WANO GL 2006-03, 2006

WANO, Guidelines for On-The-Job Training and Evaluation, WANO GL 2007-02 (August 2007)[SF12-67

WANO, Guidelines for Simulator Training, WGP-ATL-97-001 (November 1990)

WANO, Guidelines for the Conduct of Training and Qualification Activities, WANO GL 2005-01 (March 2005)

WANO, Guidelines for the Organization and Administration of Nuclear Power Plants, WANO GL 2001-01, revision 1 (July 2003)

WANO, Guidelines for Training and Qualification of Engineering Personnel, WANO GL 2007-01 (July 2007)

WANO, Guidelines for Training and Qualification of Equipment Operators, WANO GL 2006-01 (January 2006)

WANO, Guidelines for Training and Qualification of Maintenance Personnel, WANO GL 2005-02 (July 2005)

WANO, Human Performance Tools for Managers and Supervisors, WANO GP ATL-08-003, 2009

WANO

WANO, Job Briefing Database, WANO GP ATL-01-005, 2002

WANO, Presentation "Human Errors Mechanism and Countermeasures", Kawano Ryutaro, 2006

WANO, Principles for Effective Operational Decision Making, WANO GL 2002-01, 2002

WANO, Principles for Effective Self-Assessment and Corrective Action Programs, WANO GL-2001-07 (June 2001)

WANO, Principles for Excellence in Human Performance, WANO GL 2002-02, 2002

WANO, WANO Performance Objectives and Criteria, January 2005, Rev. 3

WANO, Workshop 'What is Leadership?', 9/02/2009, Madrid

WANO, workshop 2009 - Safety culture and human performance: achieving professionalism in the field

WANO, workshop: Analysis of WANO activities in Safety Culture, by Mr Manfred Haferburg, Project Manager TSM, WANO Paris Centre, 2008

Andere

Arbo-informatie, Werken in meld- en controlekamers, 2008

British Energy, Powerpoint presentation: Nuclear Professionalism, 2009

JRC, Human and Organizational factors in Nuclear Installations, Analysis of available models and identification of R&D issues, Giustion MANNA, 2007

NBN EN ISO 11064-5 (2008)

Code du bien être au travail de 1996

Welzijnswet van 1996

WNO, Guidelines for On-The-Job Training and Evaluation, WANO GL 2007-02 (August 2007)

FANC : « "Long term operation" des centrales nucléaires belges : Doel 1/2 et Tihange 1 » Note n° 008-194, rév.2

10.13 Radiological Impact on the Environment (SF14)

[REF SF14-1]

2004/02/Euratom "Recommendation of the Commission of 18 December 2003, on standardized information on radioactive airborne and liquid discharges into the environment from nuclear power reactors and reprocessing plants in normal operation"

[REF SF14-2]

FANC 2010-106, déclaration périodique à l'AFCN et BEL V concernant les rejets d'effluents radioactifs liquides et gazeux, 14 Déc 2010

11 Afkortingen

11 Afkortingen

Afkorting	Verklaring
A	
AC	Wisselstroom
ACE	Advanced Containment Experiments
ADR/RID	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route / Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail
ADU	Agreed Design Upgrade
AFW	Auxiliary Feedwater (hulpvoedingswater)
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
AME	Ageing Management Evaluation
AMP	Ageing Management Program
AMSAC	ATWS Mitigating System Actuation Circuitry
ANS	American Nuclear Society
ANSR	Annual Nuclear Safety Report
AS	Auxiliary Steam of Ageing Summary
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASR	Alcalisilicaatreactie
ATWS	Anticipated Transient Without Scram
B	
BAR	Bâtiment Auxiliaire Réacteurs
BEG	Belux Generation
BEST	Belgian Stress Tests (Weerstandstesten)
BK	Bedrijfskamer
BOM	Bill Of Materials
BSS	Basic Safety Standards
BUM	Bijkomende Ultieme Middelen
C	
CA	Condition Assessment
CAP	Corrective Action Program
CC	Component Cooling System (Tussenkoelkring Primair)
CD	Koelkring-diesels
CDF	Core Damage Frequency
CEE	Committee for External Experience

CF	Chilled Fluid (koud water)
CFR	Code of Federal Regulations
CIE	Committee for Internal Experience
CIM	Continuous Improvement Management
CLB	Current Licensing Base
CMCPB	Crisis Management Center Productie België-Luxemburg
CNT	Centrale Nucléaire de Tihange
COE	Committee for Operating Experience
CR	Condition Report
CRE	Collective Radiation Exposure
CSBO	Complete Station Blackout
CSD	Chemical System Decontamination
CV	Chemische en Volumetrische controle
CW	Circulatiewater
D	
DBF	Design Basis Flood
DBE	Design Basis Earthquake
DC	Gelijkstroom
DCE	Dagelijkse Coördinatie Vergadering Eenheid
DD	Ontgast gedemineraliseerd water
D&D	Dismantling & Decommissioning
DG	Veiligheidsdiesels
DGS	Diesel Generators Systeem
DID	Defence In Depth
DNB	Departure from Nucleate Boiling
DSZ	Definitieve Stopzetting
DW	Demineralised Water
E	
EA	Noodboorzuur-toevoegingskring
EC	Emergency Cooling
ECM	Exploitation Coordination Manager
ECNSD	Electrabel Corporate Nuclear Safety Department
ED	Emergency Diesels (Nooddiesels)
EDF	Electricité de France
EF	Emergency Feedwater (Noodvoedingswater)
EI	Emergency Instrumentation
EI&C	Elektrische componenten, instrumentatie en controle

EMAS	Eco Management & Audit Scheme
EMI	Elektromagnetische Interferentie
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
EOP	Emptying Of Pools
EPP	Emergency Planning Preparedness
EQ	Equipment Qualification
ER	Equipment Reliability
ERG	Emergency Response Guidelines
ES	Veiligheidsdiesels
ETDR	Etudes Thermohydrauliques à Débit Réduit
EUR	Europese gids voor nieuwe kerncentrales
EV	Emergency Ventilation (noodventilatie)
F	
FANC	(Belgian) Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle
FCV	Filtered Containment Ventilation
FE	Bluswatersysteem / Brandweerkring
FHA	Fire Hazard Analysis
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
FPSA	Fire Probabilistic Safety Assessment
FROG	Framatome Owners Group
FW	Condensate and Feedwater System (Voedingswater naar stoomgeneratoren)
G	
GEH	Gebouw Elektrische Hulpdiensten
G-Factor	Gebruiksfactor
GMH	Gebouw Mechanische Hulpdiensten
GNH	Gebouw voor Nucleaire Hulpdiensten
GNS	Gebouw voor Noodsystemen
GSG	Gebouw voor Stoomgeneratoren
GTJH	Gemeenschappelijke Tienjaarlijkse Herzieningen
GW	Gaseous Waste
H	
HEL	Hoge-energieleidingen
HELB	High Energy Line Break (breuk in de hoge-energieleiding)
HP Ge	High Purity Germanium detector
HR	Human Resources
HSK	Hulpstoomketel
HU	Human Performance

I	
I&C	Information & Controls
IAEA	International Atomic Energy Agency
IASCC	Irradiation Assisted Stress Corrosion Cracking
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMDC	International Marine and Dredging Consultant
INES	International Nuclear Event Scale
INPO	Institute of Nuclear Power Operations
INSC	Independent Nuclear Safety Committee
IPA	Integrated Plant Assessment
IPE	Individual Plant Examination
IRS	International Reporting System
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
ISOE	Information System on Occupational Exposure
IV	Incidentverslag
J	
JCO	Justifications for Continued Operation
JNR	Justification for Non Reevaluation
K	
KB	Koninklijk Besluit
KCD	Kerncentrale Doel
KE	Nooddiesels
KHG	Kerntechnische Hilfsdienst gmbh
KPI	Key Performance Indicator
KZ	Controlezaal
L	
LBB	Leak Before Break
LOCA	Loss Of Coolant Accident
LPMS	Loose Part Monitoring System
LTO	Long Term Operation
LU	Koelvijverkring
LWA	Vloerwater warme zone
LWF	Post-LOCA leak-off
LWPC	Local Work Proces Coordinator
M	

MACE	Melt Attack and Coolability Experiments
MAZ	Machinezaal
MCCI	Molten Core Concrete Interaction
MDH	Mass Data Handling
MEL	Medium Energy Lines
MELCOR	Methods for Estimation of Leakages and Consequences of Releases
MF	Meldingsfiche
MNT	Maintenance
MOB	Magazijn Olie en Brandbare stoffen
MORV	Motor Operated Relieve Valves
MR	Management Reviews
MRP	Material Requirements Planning
MS	Main Steam Supply System (Hoofdstoom)
MS&I	Maintenance, Surveillance & Inspection
MW	Niet-ontgast gedemineraliseerd water
N	
NBW	Niet-Belangrijke Wijziging
NEI	Nuclear Energy Institute
NGMS	Nuclear Generation Management System
NLSC	Nuclear Logistics Support Cell
NI	Nitrogen
NIRAS	Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen
NIS	Nucleair Instrumentatiesysteem
NP	Noodplan
NPK	Noodplankamer
NPP	Nuclear Power Plant
NPU	Noodplan – plan d’urgence
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NSSS	Nucleair Stoomproductiesysteem
NV&B	Nucleaire Veiligheid & Beschikbaarheid
NVC	Nucleaire Veiligheidscultuur
O	
OBF	Onbeschikbaarheidsfiche
OE	Operational Experience (operationele ervaring)
OER	Operational Experience Review
ODM	Operational Decision Making
ECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OJT	On the Job Training

OFI	Opportunity For Improvement
OHSAS	Occupational Health and Safety Management Systems
OPS	Operations
OSART	Operational Safety Review Team
OSP	Operational Safety Performance
OSPAR	Oslo and Paris Convention
OTSC	On-site Technical Support Center (noodcentrum)
P	
PAR	Passieve Autokatalytische Recombinatoren
PB	Boorzuuurbereiding / Boric Acid Preparation
PGA	Peak Ground Acceleration (max. versnelling op grondniveau)
PI	Performance Indicator
PL	Pool Loop (Spent Fuel Pool Cooling and Cleanup System) – Koelkring en zuiveringskring voor splijtstofopslag
PORC	Plant Operating Review Committee
PORV	Power Operated Relieve Valve
PPM	Process Performance Management
PR	Primaire drukregeling
PS	Primary Sampling (staalname primaire kring)
PSA	Probability Safety Assessment
PSHA	Probabilistic Seismic Hazard Assessment
PSI	Potential Safety Issue
PSR	Periodic Safety Review
PWR	Pressurized Water Reactor
PWROG	Pressurized Water Reactor Owners Group
Q	
QA	Quality Assurance
QAA	Quality Assurance Aankoop
QC	Quality Control (kwaliteitscontrole)
QC1	Quality Control 1
QNSR	Quarterly Nuclear Safety Report
R	
RC	Reactor Coolant System (Primaire kring)
RCM	Reliability Centered Maintenance
REX	Return of Experience
RG	Regulatory Guide
RGB	Reactorgebouw
RJ	Noodinjectiesysteem dichtingen primaire pompen

RLE	Review Level Earthquake
RM	Radiation Monitoring
RMS	Radiation Monitoring System
RN	Station Service Water System (Koeling CC-kring)
RSQ	Rapport Synthétique de Qualification
RW	Ruw-Waterkring
RWST	Refueling Water Storage Tank
S	
SALTO	Safety Aspects of Long Term Operation
SAMG	Severe Accident Management Guidelines
SAP DMS	SAP Document Management System
SARNET	Severe Accident Research NETwork for excellence
SB	Stralingsbescherming
SBO	Station Blackout
SC	Residual Heat Removal System (Stilstandskoelkring)
SCAV	Safety Culture Assist Visit
SCG	Splijstof Container Gebouw
SCK•CEN	Studiecentrum voor Kernenergie
SCNSP	Strategic Committee on Nuclear Safety Projects
SF	Safety Factor (veiligheidsfactor)
SF²	Spent Fuel Storage Facility
SFP	Single Failure Proof
SFRP	Société Française de RadioProtection
SG	Steam Generator (Stoomgenerator)
SGPB	Stoomgenerator-pijpbreuk
SHR	System Health Report
SI	Emergency Core Cooling System (Veiligheidsinjectie)
SMA	Seismic Margin Assessment
SMARTGEN	Suggestions, Mentions, Actions and REX together in GENeration
SMIRT	Structural Mechanics in Reactor Technology
SOER	Significant Operating Experience Report
SORC	Site Operating Review Committee
SP	Containment Spray (Sproeikring reactorgebouw)
SPG	Splijstofgebouw
SPOC	Single Point Of Contact
SQUG	Seismic Qualification Utility Group
SRP	Standard Review Plan
SRO	Senior Reactor Operator
SSC	Systemen, Structuren en Componenten

SSG	Veiligheidsgids SSG-25 van het IAEA
T	
TACB	Technische Assistentiecel
TAW	Tweede Algemene Waterpassing
TE	Tractebel Engineering
TJH	Tienjaarlijkse Herziening
TLAA	Time Limited Ageing Analysis
TMI	Three Mile Island
TS	Technical Specifications
TUR	Tussenruimte
TW	Town Water (leidingwater)
U	
UPI	Upper Plenum Injection
U.S. NRC	US Nuclear Regulatory Commission
V	
VC	Ventilatie reactorgebouw
VE / VS	Ventilatiesysteem
VSGP+	Vervanging stoomgeneratoren en vermogenverhoging
VP	Ventilatie controlezaal
W	
WAB	Water- en Afvalbehandelingsinstallatie
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
WF	Wijzigingsfiche
WOG	Westinghouse Owners Group
WPG	Werkplaatsgebouw
WR	Wachtrol



—
GDF SUEZ wordt ENGIE
—

Electrabel
GDF SUEZ