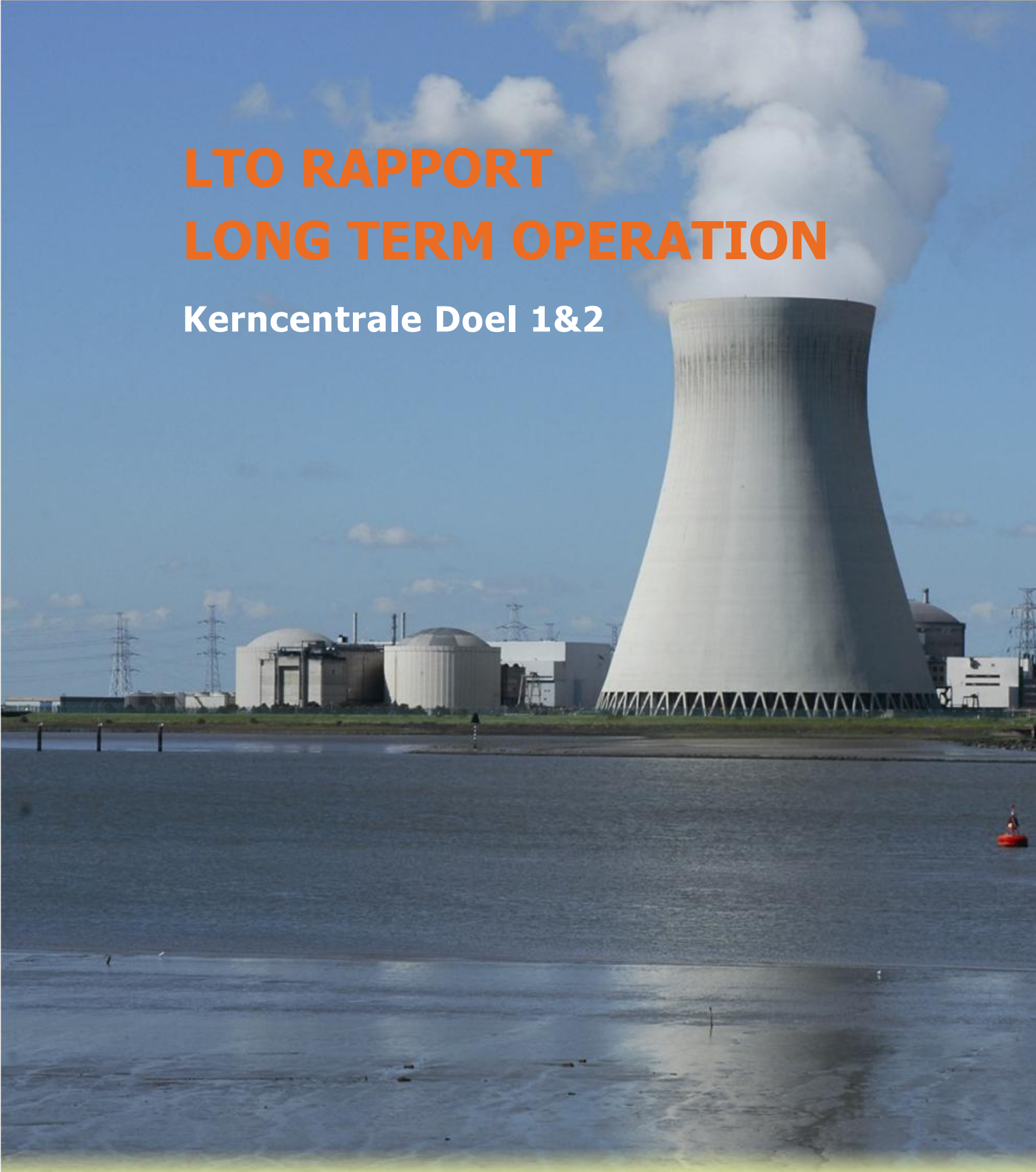


# LTO RAPPORT LONG TERM OPERATION

Kerncentrale Doel 1&2



**Electrabel**  
GDF SUEZ

# Inhoud

Inhoud .....	2
Voorwoord.....	3
0 Samenvatting .....	5
0.1 Context .....	5
0.2 Methodologie.....	7
0.3 Conclusies uit de studie.....	8
1 Inleiding .....	14
1.1 Definitie: wat is langetermijnnuitbating? .....	14
1.2 Internationale praktijk.....	14
1.3 LTO-Project van Electrabel .....	15
1.4 Projectorganisatie .....	17
1.5 Nationale en internationale bronnen .....	18
2 Vertrekpunt voor langetermijnnuitbating .....	19
2.1 Continue verbetering .....	19
2.2 Track record.....	27
3 Methodologie .....	30
3.1 Inleiding.....	30
3.2 Basisvoorwaarden.....	30
3.3 Verouderingsbeheer .....	33
3.4 Evaluatie van het ontwerp.....	52
3.5 Competenties, kennis en gedrag .....	58
4 Gedetailleerde resultaten van de studie .....	60
4.1 Basisvoorwaarden.....	60
4.2 Verouderingsbeheer .....	66
4.3 Evaluatie van het ontwerp.....	82
4.4 Competenties, kennis en gedrag .....	88
4.5 Planning.....	91
5 Definities .....	92
6 Afkortingen .....	97
7 Referenties .....	100

## Voorwoord

In september 2009 publiceerde het FANC haar strategienota Long Term Operation van Belgische kerncentrales: Doel 1&2 en Tihange 1. In deze nota identificeert het FANC de voorwaarden waaraan de betrokken kerncentrales moeten voldoen bij "een eventuele politieke beslissing tot het verder uitbaten van deze kerncentrales", evenals een stappenplan voor dit project.

Een team van experts van Electrabel, bijgestaan door externe experts van binnen en buiten de Groep GDF SUEZ, heeft gedurende de voorbije 24 maanden een diepgaand en systematisch onderzoek uitgevoerd als antwoord op de voorwaarden die het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) stelde in zijn strategienota.

Dit rapport toont in de eerste plaats het hoge veiligheidsniveau in Doel 1&2 en Tihange 1, dat vooral te danken is aan de prioriteit die Electrabel geeft aan veiligheid, maar ook aan de politiek van continue verbetering sinds de opstart van de drie nucleaire eenheden.

Als uitbater **investeert** Electrabel continu **in de veiligheid van de kerncentrales**: verbeteringen aan het ontwerp, beheer van de veroudering van systemen en componenten, aandacht voor een doeltreffend kennisbeheer en de integratie van intern en extern ervaringsbeheer.

Met het huidige project voor langetermijnuitbating of 'Long Term Operation' (kortweg: LTO) willen we de inspanningen rond continue verbetering verderzetten door de oudste kerncentrales van België op een veiligheidsniveau te brengen dat **het niveau van de meest recente nucleaire centrale zo goed mogelijk benadert**. Voorliggend rapport toont echter ook aan dat de kerncentrales Doel 1&2 en Tihange 1 kunnen uitgbaat worden na 2015, waarbij een hoog veiligheidsniveau gegarandeerd blijft.

Verschillende factoren spelen een rol bij de evaluatie van de haalbaarheid van een uitbatingsverlenging. Zo zijn de technische, economische, sociale, financiële en veiligheidsaspecten grondig bestudeerd. **Dit rapport beperkt zich tot de nucleaire veiligheidsaspecten** verbonden aan de langetermijnuitbating. Het houdt rekening met de resultaten van de weerstandstesten die in opdracht van de Europese Commissie werden uitgevoerd na de kernramp in Fukushima in maart 2011, en geeft de **toestand weer op 31 oktober 2011**.

Deze evaluatie van de langetermijnuitbating gaat uit van **de basishypothese van een uitbatingsverlenging van tien jaar**. Tien jaar is ook de termijn tussen twee periodieke veiligheidsherzieningen. Een termijn van tien jaar is trouwens heel wat korter dan wat internationaal gangbaar is (in de Verenigde Staten leidden LTO-projecten tot verlengingen van 20 jaar). Ten slotte, tien jaar is ook de termijn die in oktober 2009 werd opgenomen in het protocolakkoord met de Belgische regering.

Om de uitbatingsverlenging van Doel 1&2 en Tihange 1 met tien jaar mogelijk te maken, heeft Electrabel een belangrijk verbeterings- en actieplan voorzien. Dit plan beantwoordt aan de precondities, realiseert de voorgestelde veiligheidsverbeteringen en verzekert een hoog niveau van betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de installatie. De implementatie van dit plan bestrijkt een periode van ongeveer zeven jaar.

De publicatie van dit rapport gebeurt in overeenstemming met de kalender uit de strategische nota van het FANC. Het zal worden herzien en afgewerkt na grondig onderzoek door het FANC en Bel V, rekening houdend met de besluiten van het FANC in zijn finaal rapport over de weerstandstesten. Deze herziening zal het definitieve verbeterings- en actieplan beschrijven en de kalender voor de totstandkoming, rekening houdend met de termijnen voor de industriële studies, de levering van de materialen, en de uitvoering op de site.

Rekening houdend met de politieke beslissingen die nog genomen moeten worden rond dit onderwerp, de aanbevelingen van het FANC bij dit rapport, en de aanzienlijke investeringen die gepaard gaan met dit project voor langetermijnutbating, zal dit actieplan pas gerealiseerd worden indien een akkoord voor tien jaar verlenging wordt bekomen, en dit vanaf datum van akkoord.

## 0 Samenvatting

Het project Long Term Operation (LTO-Project) heeft als doelstelling te onderzoeken of Electrabel technisch en organisatorisch klaar is om Doel 1&2 ook na 2015 veilig uit te baten, en dit voor een periode van tien jaar. In dit rapport zijn de resultaten beschreven van dit onderzoek en wordt aangetoond dat, met de nodige acties en investeringen, de langetermijnuitbating technisch en organisatorisch op een veilige manier mogelijk is. Er wordt ook dieper ingegaan op het vertrekpunt voor de langetermijnuitbating, op de uitbatingsgegevens, op de grondige en systematische manier waarop het onderzoek werd uitgevoerd en op de projectorganisatie.

Deze samenvatting geeft een globaal overzicht. Meer gedetailleerde informatie wordt in de specifieke hoofdstukken verder in het rapport behandeld.

### 0.1 Context

Dit onderzoek naar de langetermijnuitbating van Doel 1&2 verloopt niet geïsoleerd. Electrabel volgt het wettelijk kader, de strategienota van het Federaal Agentschap, de nationale en internationale aanbevelingen, beste praktijken en standaarden.

#### 0.1.1 Wettelijk kader

De strategienota [1] van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) is de centrale referentie voor Electrabel. De nota specificeert de vier thema's die het LTO-Project vorm geven:

##### **De strategienota van het FANC [1]: algemene voorwaarden**

Het FANC legt de algemene voorwaarden vast:

*... om de verdere uitbating van de kerncentrales Doel 1&2 en Tihange 1 toe te laten waarbij een hoog veiligheidsniveau qua ontwerp en uitbating gegarandeerd dient te worden, in het geval dat een politieke beslissing wordt genomen om toe te laten dat de bestaande kerncentrales langer dan 40 jaar uitgebaat mogen worden.*

In deze strategienota identificeert Electrabel de volgende domeinen:

- Basisvoorwaarden
- Verouderingsbeheer
- Herevaluatie van het ontwerp
- Kennis- en competentie management en gedrag

De specifieke voorwaarden per aandachtsgebied worden verder in dit document besproken.

**De strategienota van het FANC [1]: vierde periodieke veiligheidsherziening**

Daarnaast is er ook de voorwaarde dat ...

*De "long term operation" van de Belgische kerncentrales moet geëvalueerd worden in het kader van de (vierde) periodieke veiligheidsherziening.*

*Een vierde periodieke veiligheidsherziening van Doel 1&2 en Tihange 1 vereist bijzondere aandacht die vooral, maar niet uitsluitend, besteed dient te worden aan twee aspecten:*

*- Verouderingsbeheer ("Ageing"): een programma voor het beheer van de veroudering van de installaties in overeenstemming met de bepalingen van 10CFR54 en IAEA SRS 57.*

*- Herevaluatie ontwerp ("Design"): een programma voor de modernisering of upgrade van de installaties ("agreed design upgrade") op basis van een evaluatie van de veiligheid van het ontwerp van de oudste eenheden.*

*Benadrukt dient te worden dat conform de nieuwe aanpak van de periodieke veiligheidsherzieningen tijdens de vierde periodieke veiligheidsherziening een globale veiligheidsevaluatie uitgevoerd wordt, waarbij naast de twee genoemde aspecten (ageing en design) ook andere factoren geëvalueerd dienen te worden.*

**Integratie met de resultaten van de Belgische weerstandstesten**

Na de kernramp in Fukushima heeft de Europese Commissie het initiatief genomen om deze weerstandstesten te organiseren. Op 28 oktober 2011 heeft Electrabel het rapport over de weerstandstesten aan het FANC overgemaakt. Op vraag van het FANC zijn de acties die voorgesteld werden in dat rapport geïntegreerd in het LTO-Project, voor wat betreft de wijzigingen aan de installatie.

**Aanbevelingen van de Wetenschappelijke Raad**

In een bijlage bij de strategienota van het FANC formuleerde de Wetenschappelijke Raad voor Ioniserende Stralingen een aantal aanbevelingen. Deze aanbevelingen werden meegenomen in het onderzoek.

**0.1.2 Bijkomende elementen**

De algemene aanpak zoals beschreven in dit document is volkomen in overeenstemming met de strategische nota over LTO gepubliceerd door het FANC [1] (bijvoorbeeld, de evaluatie van actieve componenten) maar beperkt zich niet daartoe. In ons streven naar de hoogst mogelijke nucleaire veiligheid, worden ook de internationale beste praktijken en standaarden gevolgd, hoofdzakelijk van het IAEA (het Internationaal Atoom Energie Agentschap) en de U.S.NRC (de Amerikaanse commissie voor nucleaire veiligheid).

De vereisten en richtlijnen uitgevaardigd door de U.S.NRC liggen aan de basis van het ontwerp en de exploitatievergunning van de kerncentrales in België. Dat is vooral relevant voor het luik LTO-Verouderingsbeheer. In het verleden zijn immers heel wat Amerikaanse centrales van hetzelfde reactortype als de Belgische geëvalueerd in het kader van verouderingsbeheer voor langetermijnnuitbating. Tijdens dat evaluatieproces zijn algemene methodologieën opgesteld, met 10 CFR part 54 [2] en het GALL Report van NUREG-1801 [3] als belangrijkste referenties.

Voor de herevaluatie van het ontwerp werd een specifieke methodologie ontwikkeld. In de mate van het mogelijke werd rekening gehouden met de vereisten beschreven in het document Safety of Nuclear Power Plants: Design (NS-R-1) [4] en de onderliggende richtlijnen over het ontwerp uitgewerkt door het IAEA.

## 0.2 Methodologie

Om aan de voorwaarden, verwachtingen en aanbevelingen van de verschillende regelgevende instanties te voldoen, heeft Electrabel voor elk domein een methodologie uitgewerkt. Hier volgt daarvan een korte samenvatting.

<b>Domein</b>	<b>Samenvatting van de gebruikte methodologie</b>
Basisvoorwaarden	Er werd nagegaan of Doel 1&2 voldoen aan de basisvoorwaarden voor levensduurverlenging. De documenten en ondersteunende middelen in dit verband werden opgelijst. De gebruikte evaluatiecriteria werden opgesteld aan de hand van de relevante IAEA-documenten.
Verouderingsbeheer	De systemen, structuren en componenten (SSC) die onderworpen moeten worden aan een evaluatie in het kader van verouderingsbeheer werden bepaald. De toegepaste methodologie laat toe om de veroudering van SSC in de verschillende domeinen te evalueren: mechanisch, elektrisch, instrumentatie en controlesystemen, structuren en componenten, met inbegrip van bouwkundige structuren. Dit geldt voor zowel passieve als actieve componenten. De resultaten bevatten de strategie en de concrete acties om potentiële veroudering in de periode van verlengde levensduur te beheersen. Bijkomend werden de levensduurbeperkende ontwerp hypothesen herbekeken, zoals de verbrossing van de reactorkuip onder invloed van straling.
Herevaluatie van het ontwerp	Aan de hand van zes pijlers werden een reeks verbeterpunten aan het ontwerp van Doel 1&2 geïdentificeerd. Deze verbeterpunten zijn ondergebracht in acht veiligheidsthema's. Op basis hiervan worden een reeks ontwerpverbeteringen voorgesteld, de 'Design Upgrade'. Hierbij zijn ook de ontwerpverbeteringen die voortkomen uit de Belgische weerstandstesten meegenomen. Na nazicht door de autoriteiten, zal dit resulteren in een 'Agreed Design Upgrade' (= de met de autoriteiten overeengekomen ontwerpverbeteringen).
Beheer van competenties, kennis en gedrag	Er werd geëvalueerd of de menselijke en organisatorische factoren op Doel 1&2 adequaat zijn voor een verlengde levensduur. Hierbij werd een methodologie gebruikt die vergelijkbaar is met deze van de basisvoorwaarden.



## 0.3 Conclusies uit de studie

### 0.3.1 Algemene conclusies

Na grondig en systematisch onderzoek tijdens dit LTO-Project, en na de finalisatie van een actieplan, is Electrabel klaar voor langetermijnuitbating, want:

#### **De voorwaarden uit de strategische nota van het FANC zijn vervuld**

Aan de hand van de resultaten van dit project, gebundeld in dit rapport, toont Electrabel aan dat de voorwaarden die het FANC stelt voor een langetermijnuitbating, na uitvoering van het voorgestelde actieplan, inderdaad vervuld zullen zijn, en dat een hoog veiligheidsniveau tijdens die volledige periode gegarandeerd is.

Dat geldt voor elk van de aandachtsgebieden: basisvoorwaarden, verouderingsbeheer, herevaluatie en verbetering van het ontwerp, en het beheer van competenties, kennis en gedrag.

#### **LTO zal geïntegreerd worden in de vierde periodieke veiligheidsherziening (PSR 4)**

Zoals gevraagd in de strategische nota van het FANC, wordt de langetermijnuitbating geëvalueerd in het kader van de vierde periodieke veiligheidsherziening, in overeenstemming met de IAEA Safety Guide nr. NS-G-2.10, Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Augustus 2003 [5].

De volgende onderwerpen worden bekeken in het kader van deze PSR:

- Programma's voor verouderingsbeheer
- Herevaluatie en verbetering van het ontwerp
- Relevante regelgeving en referenties
- Betrouwbaarheid van de installatie, en menselijke en organisatorische factoren

#### **De ontwerpverbeteringen van de Belgische weerstandstesten zijn geïntegreerd**

De conclusies en acties in dit rapport bouwen ook voort op de resultaten van de Belgische weerstandstesten. Meer specifiek, op het vlak van het ontwerp was er een wisselwerking tussen het project voor de weerstandstesten en het LTO-Project. Het Rapport Weerstandstesten van eind oktober 2011 bevat een aantal acties die genomen moeten worden vanuit het perspectief van een langetermijnuitbating. De ontwerpverbeteringen, die in dit rapport worden voorgesteld, houden bijgevolg eveneens rekening met de weerstandstesten.

#### **De aanbevelingen door de Wetenschappelijke Raad zijn gevolgd**

Electrabel heeft de aanbevelingen van de Wetenschappelijke Raad meegenomen in zijn LTO-Project.

- Electrabel engageert zich om deze evaluatie te integreren in de volgende PSR.
- In het verouderingsprogramma wordt de monitoring van installaties versterkt om trends sneller te kunnen opsporen.
- De methodologie houdt rekening met het feit dat de voorgestelde wijzigingen de complexiteit van het ontwerp niet nodeloos verhogen.



- De impact van de langetermijuitbating op het afvalbeheer is behandeld in het NIRAS Afvalplan [23].
- De toestand van de reactorkuipen wordt nauwgezet verder opgevolgd en er kan momenteel reeds aangetoond worden dat er geen probleem is met verbrossing van de reactorkuipen bij een levensduurverlenging naar 50 jaar.

### **De internationale referenties en praktijken zijn nageleefd**

In dit rapport wordt ook gedetailleerd aangetoond dat het LTO-Project volledig in lijn is met de internationale referenties en beste praktijken voor langetermijuitbating, zoals geformuleerd door het IAEA en U.S.NRC.

### **0.3.2 Conclusies over de basisvoorwaarden voor verlengde levensduur**

Electrabel heeft onderzocht of Doel 1&2 voldoen aan de verwachtingen van het IAEA om een periode van verlengde levensduur te kunnen aanvatten. De verwachtingen zitten vevat in de volgende basisvoorwaarden, 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's)
- Huidig Veiligheidsrapport (UFSAR) en andere Licensing Basis Documents (LBD)

Electrabel heeft de verwachtingen van het IAEA herschreven tot een reeks criteria die aangepast zijn aan de Belgische context.

De algemene conclusie is dat Doel 1&2 in 2015 zullen voldoen aan deze criteria, en dat alle basisvoorwaarden voor verlengde levensduur dus vervuld zullen zijn. Bovendien toont de evaluatie aan dat de huidige situatie (eind 2011) al heel dicht bij deze criteria aanleunt, en dat voor sommige basisvoorwaarden geen enkele bijkomende actie nodig is om aan de criteria te voldoen.

Waar er wel actie nodig is om aan deze criteria te voldoen, blijkt steeds dat deze verbeterpunten reeds geïdentificeerd waren via de bestaande evaluaties door de reviewcomités tijdens de uitbating, en door interne en externe audits. De acties passen dus in het proces van continue verbetering. Om aan de criteria te voldoen in 2015 werd de planning van enkele bestaande acties aangepast om volledig in lijn te zijn met de planning van het LTO-Project.

### 0.3.3 Conclusies over verouderingsbeheer

#### Conformiteit met strategienota

De voorwaarden voor verouderingsbeheer uit de strategienota van het FANC zijn nageleefd.

Electrabel heeft de plannen en programma's gedefinieerd om de potentiële veroudering te identificeren en te beheersen gedurende de periode van langetermijnnuitbating. De voorgestelde acties zijn technisch haalbaar en de uitvoering ervan zal verschillende jaren in beslag nemen, te beginnen vanaf het akkoord over de uitbatingsverlenging. Er moet onder andere rekening gehouden worden met de aanzienlijke leveringstermijnen van wisselstukken, de inplanning van de vereiste bijkomende middelen, in het bijzonder in het domein EI&C (elektriciteit, instrumentatie en regelingen).

#### Strategie voor omgaan met veroudering van passieve componenten

Electrabel heeft een vijftigtal programma's voor verouderingsbeheer die een duidelijke onderhoudsstrategie hebben voor de passieve componenten, en doet daarvoor een beroep op de expertise binnen de GDF SUEZ-groep, en daarbuiten. Bestaande programma's werden hierbij maximaal gebruikt en geïntegreerd. De nodige analyses met betrekking tot levensduurbepaling (TLAA's) werden geïdentificeerd en ontwikkeld.

#### Strategie voor omgaan met veroudering van actieve componenten

In de Amerikaanse regelgeving worden actieve componenten opgevolgd door de 'Maintenance Rule'. Hoewel dit niet vereist is in de Amerikaanse regelgeving voor vernieuwing van de vergunning, werden in deze analyse ook de actieve componenten meegenomen, conform de vraag van het FANC.

#### Veroudering van de belangrijkste componenten

De ontwerphypotheses in verband met levensduurbepalingen van de belangrijkste vitale primaire componenten zijn geëvalueerd en geactualiseerd op basis van de beschikbare gegevens en hedendaagse berekeningsmethodes. Er is duidelijk aangetoond dat de veroudering van de reactorkuip geen problemen stelt voor een verlenging naar 50 jaren.

#### Aanpassing onderhoudsprogramma's

De bestaande onderhoudsprogramma's zijn geverifieerd op hun capaciteit om de verouderingseffecten te vermijden, te detecteren, op te volgen en te remediëren. Indien nodig worden de programma's aangepast.

#### Renovatie

Voor de systemen, structuren en componenten waarvan de conformiteit met de ontwerpcriteria niet gegarandeerd kan worden wegens mogelijke verouderingseffecten tijdens de periode van langetermijnnuitbating, is er een vervangingsprogramma voorzien.

Enkele belangrijke voorbeelden hiervan in de verschillende domeinen zijn:

- **Mechanisch:** de vervanging van het reactordekseel
- **EI&C:** de vervanging van de reactorbeveiliging en een aantal elektrische vermogenborden met geassocieerde schakelaars

In het EI&C-domein worden de nodige inspanningen gedaan om de kwalificatie van de ingebouwde uitrustingen op peil te houden en zelfs te optimaliseren.

- **Structuren:** de renovatie van de R(uw)W(ater)-koeltorens

### **Integratie in beheer van wijzigingen en globale planning**

Om de planning te optimaliseren, worden de actieplannen voor LTO geïntegreerd in de overkoepelende portfolio van grote geplande projecten en wijzigingen. Dat geldt ook voor grote projecten en wijzigingen die niet-veiligheidsgebonden zijn, zoals de grondige revisie van de turbine. Deze integratie doet geen afbreuk aan het aspect nucleaire veiligheid specifiek voor het LTO-Project.

De integratie zorgt voor een algemene verhoging van de nucleaire veiligheid, wat ook een positieve impact heeft op de betrouwbaarheid van de installaties.

### **0.3.4 Conclusies over evaluatie van het ontwerp**

In overeenstemming met de strategienota van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) over de levensduurverlenging van de Belgische kerncentrales [1] is de doelstelling van de evaluatie van het ontwerp om een globaal plan van verbetering aan de installaties van Doel 1&2 voor te stellen. Met dit voorstel, de zogenaamde 'Design Upgrade', wordt het veiligheidsniveau van de meest recente kerncentrales zo dicht mogelijk benaderd.

Voor domeinen waar ontwerpverbeteringen technisch niet of slechts gedeeltelijk haalbaar zijn, kunnen compenserende maatregelen voorgesteld worden.

Om de toegevoegde waarde van ontwerpverbeteringen op het vlak van veiligheid aan te tonen, werden zowel deterministische als probabilistische methodes aangewend.

Om de doelstelling van het de evaluatie van het ontwerp te bereiken, heeft Electrabel een methodologie ontwikkeld om de verbeterpunten in het ontwerp te identificeren en mogelijke ontwerpverbeteringen voor te stellen. De bedoeling is te komen tot technische verbeteringen die het restrisico, namelijk de kans op splijtstofschaade en radioactieve lozingen, nog verder verminderen. De methodologie is dus volledig in lijn met het ALARA-principe (ALARA = 'As Low As Reasonably Achievable' of 'zo laag als redelijkerwijs mogelijk').

De methodologie kan als volgt samengevat worden:

#### **1 Een evaluatie van het ontwerp werd uitgevoerd aan de hand van zes pijlers, om aandachtspunten en verbeteringsmogelijkheden aan te duiden.**

Voor elk van deze pijlers werden referentiedocumenten gebruikt om het ontwerp van Doel 1&2 te beoordelen. Zo werd het ontwerp van Doel 1&2 binnen de pijler 'Benchmark' naast de ontwerpvereisten gelegd die voor kerncentrales van de derde generatie beschreven staan in het referentiedocument Technical Guidelines for the Design and Construction of the Next Generation of Nuclear Power Plants with Pressurized Water Reactors [6].

#### **2 Daarna werden de aangeduide aandachtspunten en verbeteringsmogelijkheden nader bekeken en herleid tot een groep van veiligheidspunten.**

Voor elk daarvan werd nagegaan welke ontwerpverbeteringen de veiligheid het meeste ten goede zouden komen. Een belangrijke beoordelingsmaat hierbij was de vermindering van het restrisico die de verbetering toelaat. Daarnaast werd er ook rekening gehouden met de evolutie in de regelgeving en met aanpassingen die al voorzien waren in het kader van andere projecten.

### **3 De volgende stap bestond uit een verdere analyse van de ontwerpverbeteringen die in aanmerking werden genomen.**

Dit behelsde een technische en functionele omschrijving en een studie van de haalbaarheid op verschillende domeinen (mechanisch, elektrisch, bouwkundig, I&C, ...). Deze fase was een erg belangrijk gedeelte van de evaluatie van het ontwerp. De mogelijke technische oplossingen werden immers zo gekozen en geoptimaliseerd dat niet alleen het restrisico zo sterk mogelijk verminderde, maar dat ook andere factoren bekeken werden, zoals bijvoorbeeld radiologische blootstelling en veiligheidsrisico's bij de uitvoering, technische complexiteit, en conformiteit aan de regelgeving.

### **4 Tot slot werd er op basis van het geheel van bestudeerde mogelijke ontwerpverbeteringen een globaal verbeteringsplan, de zogenaamde 'Design Upgrade', samengesteld, met een bijhorende uitvoeringsplanning.**

Dit verbeteringsplan is evenwichtig, in de zin dat er voldoende aandacht is besteed aan veiligheidspunten in uiteenlopende domeinen.

Dit LTO-Rapport steunt op alle studies die in de loop van het proces uitgevoerd werden en beschrijft dus de 'Design Upgrade' die door Electrabel voorgesteld wordt.

Tijdens het hele proces werden Bel V en het FANC geïnformeerd. Daardoor kon er al tijdens het proces rekening gehouden worden met de feedback van de veiligheidsautoriteiten. De einddoelstelling is immers om te komen tot een 'Agreed Design Upgrade' (ADU), dat is een 'Design Upgrade' die Electrabel en de veiligheidsautoriteiten nodig en voldoende achten.

Het ongeval van Fukushima (maart 2011) heeft plaatsgehad in de loop van de studiefase voor de evaluatie van het ontwerp. De ervaringen uit dit ongeval werden als volgt verwerkt in het verbeteringsplan dat Electrabel toen aan het opstellen was voor Doel 1&2:

- In eerste instantie werd er aan de hand van de beschikbare informatie over het ongeval in Fukushima nagegaan of bepaalde veiligheidspunten niet uitgebreider onderzocht moesten worden in het ontwerppluk van het LTO-project. Deze analyse is gedocumenteerd in [8].
- In een later stadium werden de acties die voortkomen uit de weerstandstesten voor de site van Doel doorgenomen [8]. Acties die aanleiding geven tot ontwerpwijzigingen bij Doel 1&2 werden geïntegreerd in het globale verbeteringsplan voor Doel 1&2 dat binnen het ontwerppluk van het LTO-Project samengesteld werd.

Als besluit worden de belangrijkste ontwerpverbeteringen voor Doel 1&2 hier kort samengevat:

- Er zal een nieuw seismisch FE-pompstation gebouwd worden, met seismische toevoerleidingen naar de lokalen die veiligheidssystemen bevatten die nodig zijn na een aardbeving. Daarmee zal Doel 1&2 beter beschermd zijn tegen brand als gevolg van een aardbeving. Dankzij deze ontwerpverbetering zal de automatische brandblussing in de machinezaal ook doeltreffender worden en zal er een bijkomende, seismische voedingsmogelijkheid voor de stoomgeneratoren tot stand komen.
- De kelders met veiligheidstuigen zullen bijkomend beveiligd worden tegen overstroming. Er zullen ook nieuwe, onderdompelbare pompen geplaatst worden op de watervang om de RW-koeltorens bij te vullen (om de ultieme koudebron te verzekeren).

- De noodsystemen (GNS) zullen betrouwbaarder en meer automatisch gemaakt worden en hun kabels zullen beter fysiek gescheiden worden van de kabels met een veiligheidsfunctie op het eerste niveau.
- Er zal een systeem voor gefilterde drukontlasting of 'Filtered Containment Vent' (FCV) geplaatst worden om het 'containment' te beschermen tegen overdruk bij een ongeval met kernsmelting en zo radiologische gevolgen voor de omgeving te vermijden.

Verder in dit rapport volgt een opsomming van de voorgestelde ontwerpverbeteringen met korte beschrijvingen per veiligheidsthema, en de planning voor de implementering van de verbeteringen, in overeenstemming met de richtlijnen van het FANC [1].

### 0.3.5 Conclusies over het beheer van competenties, kennis en gedrag

Electrabel heeft de menselijke en organisatorische factoren onderzocht, die een invloed kunnen hebben op de veilige uitbating van Doel 1&2 tijdens de verlengde uitbating. Deze factoren moeten voldoen aan de huidige veiligheidsstandaarden en moeten een adequaat antwoord geven op de bijzondere aspecten verbonden met verlengde uitbating, zoals risico op verlies van belangrijke detail- en installatiekennis omdat ervaren werknemers met pensioen gaan.

Deze evaluatie wordt gevoerd en gerapporteerd in de drie volgende domeinen:

- De **nucleaire veiligheidscultuur** en de ondersteunende houding- en gedragskenmerken
- Processen verbonden met **beheer en ontwikkeling van de competenties**
- **Kennisbeheer**, in het bijzonder verbonden met de ontwerpbasis

De nucleaire veiligheidscultuur en de processen verbonden met beheer en ontwikkeling van competenties voldoen aan de internationale standaarden van het IAEA. Dit wordt erkend in de OSART-audit van Doel 1&2 in 2010 en wordt bevestigd door de zelfevaluatie uitgevoerd in het kader van LTO.

Binnen de processen voor ontwikkeling van competenties wordt er voldoende aandacht gegeven aan de bedreiging van verlies van belangrijke detail- en installatiekennis door maatregelen te voorzien voor gestructureerde kennisoverdracht. In dit verband werd het behoud van de kennis betreffende ontwerpbasis als een verbeterpunt geïdentificeerd. Hiervoor wordt een actieplan bepaald en geïmplementeerd, met de volgende doelstellingen:

- De identificatie van de aanwezige expertise en expertfuncties betreffende de ontwerpbasis
- De omschrijving van het kennisniveau van de ontwerpbasis dat vereist is voor de uitvoering van specifieke taken in belangrijke processen, zoals het beheer van wijzigingen van de installatie

# 1 Inleiding

## 1.1 Definitie: wat is langetermijnnuitbating?

In nr. 57 van de Safety Report Series (SRS), Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants [9], definieert het International Atomic Energy Agency (IAEA) langetermijnnuitbating als volgt:

*Exploitatie op lange termijn (LTO) van een kerncentrale kan worden gedefinieerd als exploitatie voorbij de vastgelegde periode vermeld door, bijvoorbeeld, een vergunningsperiode, ontwerp, standaarden, vergunning en/of regels, gerechtvaardigd door een veiligheidsbeoordeling en waarbij rekening wordt gehouden met levensduurbepurende processen en kenmerken van systemen, structuren en componenten (SSC).*

Met andere woorden: langetermijnnuitbating is de verlenging van de exploitatie van een kerncentrale voorbij een eerder vastgelegd einde van de levensduur. De redenen om de levensduur van een centrale tot een bepaalde periode te beperken, variëren. Enkele voorbeelden: het ontwerp van de centrale, de toegestane levensduur volgens de vergunning, beperkingen opgelegd door regelgeving, of wettelijke beperkingen.

### **Voorwaarden voor verlenging van de levensduur van een kerncentrale**

Vóór de langetermijnnuitbating van een kerncentrale kan worden toegestaan, moeten diverse veiligheidsaspecten worden geanalyseerd. Indien nodig, moeten passende oplossingen ontwikkeld worden.

Deze oplossingen kunnen betrekking hebben op:

- De systemen, structuren en componenten
- De levensduurbepurende processen (voorbeeld: vermoeiingsverschijnselen)

## 1.2 Internationale praktijk

Kerncentrales op lange termijn exploiteren is vandaag een courante internationale praktijk.

Kerncentrales (hierna: NPP's - Nuclear Power Plants) overal ter wereld worden langer geëxploiteerd, en dan vooral in de Verenigde Staten. De United States Nuclear Regulatory Commission (U.S.NRC) stond de eerste verlengingen van exploitatievergunningen toe in het jaar 2000, waarmee de toegestane levensduur werd verlengd tot 60 jaar. Sinds 2000 heeft de U.S.NRC tientallen vergunningen verlengd. Ze heeft ook een regelgevend kader ontwikkeld.

Dergelijke verlengingen zien we ook in Europa. Een aantal kerncentrales hebben verlengingen gekregen die hen toelaten om langer dan 40 jaar geëxploiteerd te worden. Dat is bijvoorbeeld het geval voor Borssele (Nederland), Beznau (Zwitserland) en Ringhals (Zweden). Ook in Frankrijk zijn wettelijke stappen gezet om levensduurverlengingen mogelijk te maken voor hun park.

De exploitatievergunningen die bij Koninklijk Besluit aan de Belgische NPP's zijn verleend—de oudste NPP's zijn operationeel sinds 1975—specificeren geen vaste levensduur. In plaats daarvan worden de kerncentrales onderworpen aan periodieke veiligheidsherzieningen (hierna: PSR's – Periodic Safety Reviews), die om de tien jaar worden uitgevoerd. Dit systeem garandeert een upgrade van de installatie en de exploitatie, en verzekert dat de bestaande beste praktijken worden toegepast. Om het hoogste niveau van nucleaire veiligheid te allen tijde te garanderen, wordt ook de reglementering voor het gebruik en de exploitatie van de centrale tijdens de PSR geëvalueerd.

De wet op de kernuitstap uit 2003 beperkt de exploitatieperiode voor Belgische kerncentrales tot 40 jaar. In oktober 2009 verklaarde de Belgische overheid echter de intentie te hebben om het wettelijk mogelijk te maken Doel 1&2 tot 2025 te exploiteren, wat een totale levensduur zou betekenen van 50 jaar.

In dit verband heeft het Belgisch Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) een strategische nota gepubliceerd, met het oog op de langetermijnuitbating van Doel 1&2 [1]. De nota bepaalt dat de langetermijnuitbating van de centrales geëvalueerd moet worden in het kader van de vierde tienjaarlijkse veiligheidsherziening (PSR 4). Deze visie strookt volledig met de algemene richtlijn voor continue verbetering, die deel uitmaakt van het nucleaire veiligheidsbeleid zoals dat wordt toegepast bij Electrabel.

### 1.3 LTO-Project van Electrabel

Electrabel wil de kerncentrales van Doel 1&2 en Tihange 1 ook na 2015 nog uitbaten.

Het LTO-Project toont aan dat de verouderingsprocessen en hun mogelijke gevolgen onder controle zijn. Er wordt verzekerd dat de systemen, structuren en componenten ook tijdens de verlengde exploitatieperiode blijven functioneren zoals voorzien. Ook wordt het veiligheidsniveau van de centrales tot op het hoogste mogelijke niveau gebracht.

Het LTO-Project is volledig in lijn met de internationale referenties. Bovendien wordt het ontwerp van de centrales verbeterd door het te herevalueren en te vergelijken met het ontwerp van recentere en nieuw ontworpen centrales. Daarnaast worden ook afzonderlijk de menselijke en organisatorische factoren van de exploitatie van een NPP (competentie, kennis en gedrag) behandeld.

#### **Belangrijkste aandachtsgebieden**

Electrabel heeft volgende aandachtsgebieden geïdentificeerd in de strategische nota [1] van het FANC:

- Basisvoorwaarden voor een langetermijnuitbating (LTO-Preconditions)
- Verouderingsbeheer (LTO-Ageing Management)
- Herevaluatie van het ontwerp (LTO-Design)
- Kennis- en competentie management en gedrag

Deze gebieden worden op een geïntegreerde manier beheerd.



**Tijdslijn**

Gezien de onderstaande verwachtingen van zowel het FANC als Electrabel, engageert Electrabel zich om het LTO-Project tijdig te realiseren.

<b>Vereisten van het FANC (zie strategische nota [1])</b>	<b>Verwachtingen van Electrabel</b>	<b>Deadline</b>
De exploitant bezorgt de Belgische overheid het LTO-Rapport met voorstellen voor een upgrade van het ontwerp en voor verouderingsbeheer (in overeenstemming met 10 CFR part 54 [2]).	–	Eind 2011
Een vastgelegde, overeengekomen upgrade van het ontwerp of Agreed Design Upgrade (ADU). Dit is een lijst met acties en/of aanpassingen die de exploitant aan de autoriteiten voorstelt in het kader van LTO. Zij analyseren dit voorstel en bepalen in overleg met de exploitant de definitieve lijst.	Standpunt van het FANC over het LTO-Rapport ontvangen, zodat Electrabel de actieplannen en corrigerende maatregelen uit de rapportering tijdig kan starten en uitvoeren.	Midden 2012
De exploitant dient een herziening van of toevoeging aan het Veiligheidsrapport in (beschrijving van verouderingsbeheer, implementatie van LTO-actieplan en resultaten van TLAA-herzieningen, ...).  Implementatie van programma's voor verouderingsbeheer	Definitieve bevestiging door de Belgische overheid van de verlengde exploitatie, genomen op basis van het samenvattend verslag van de 4e PSR van Doel 1&2.	2015

**Periodic Safety Review (periodieke veiligheidsherziening – PSR)**

Zoals vermeld in de strategische nota van het FANC, wordt de langetermijuitbating geëvalueerd in het kader van de vierde PSR, in overeenstemming met de IAEA Safety Guide nr. NS-G-2.10, Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Augustus 2003 [5].

De volgende onderwerpen worden bekeken in het kader van de PSR:

- Programma's voor verouderingsbeheer
- Herevaluatie en verbetering van het ontwerp
- Evolutie van de relevante regelgeving en referenties
- Betrouwbaarheid van de installatie, en menselijke en organisatorische factoren

## 1.4 Projectorganisatie

Het LTO-Project voor Doel 1&2 pakt op gestructureerde wijze de bekommernissen aan die beschreven worden in de strategische nota inzake LTO van het FANC [1]. We baseren ons daarbij op internationale referenties, hoofdzakelijk van het IAEA en van Amerikaanse overheidsinstanties.

Electrabel heeft experts binnen de Groep GDF SUEZ aangesteld en ook gespecialiseerde externe expertise aangetrokken om het project voor te bereiden en de resultaten ervan te controleren.

### 1.4.1 Netwerk van experts en multidisciplinaire teams

De projectorganisatie is afgestemd op de scope van LTO en de verschillende domeinen. Zo zijn de teams voor het luik LTO-Verouderingsbeheer opgebouwd rond de **expertise** over de SSC-groepen die mogelijk beïnvloed kunnen worden door veroudering: mechanisch, EI&C en structureel.

De teams zijn **multidisciplinair** en worden geleid door het Corporate Department Nuclear Assets and Projects (Business Entity Generation) en omvatten personen van:

- De kerncentrales van Tihange en Doel
- Tractebel Engineering
- Laborelec, technisch competentiecentrum
- Andere ondersteunende bedrijven

De ontwikkeling van de Ageing Management Programs (AMP's) vereist een uniek **netwerk van experts**. Zij versterken de teams met hun specifieke kennis en ervaring, die uitermate waardevol is bij het evalueren van de bestaande programma's.

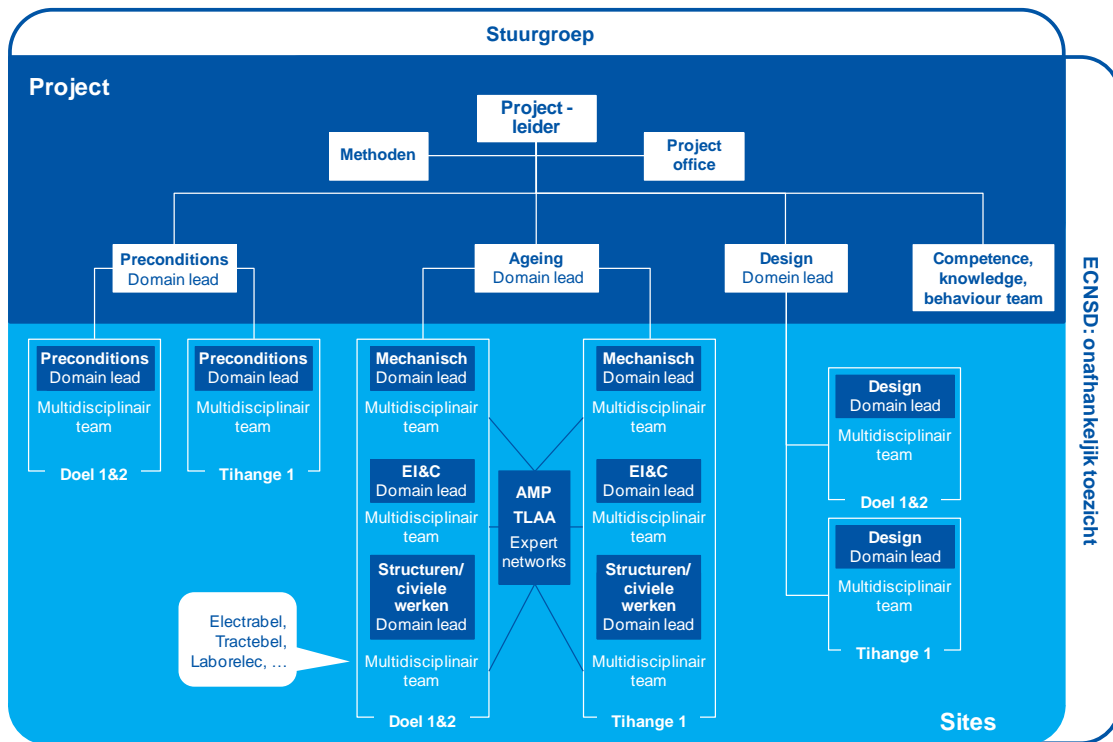
De organisatie van deze multidisciplinaire teams is duidelijk vastgelegd in een plan dat algemene beleidslijnen, verantwoordelijkheden, bevoegdheden en communicatie omvat.

Het Electrabel Corporate Nuclear Safety Department (ECNSD) houdt onafhankelijk toezicht over alle activiteiten. Die activiteiten beantwoorden aan de programma's inzake kwaliteitsborging van elke entiteit van Electrabel en Tractebel Engineering.

De **stuurgroep** bestaat uit kaderleden van de Business Entity Generation, de twee nucleaire sites, ECNSD en Tractebel Engineering. Hun actieve eigen inbreng benadrukt de prioriteit die aan dit project wordt gegeven en aan het belang ervan voor Electrabel.

### 1.4.2 Organisatie

Dit diagram geeft een overzicht van de organisatie van het LTO-Project.



Figuur 1: projectorganisatie

### 1.5 Nationale en internationale bronnen

De algemene aanpak zoals beschreven in dit document stemt overeen met de strategische nota over LTO gepubliceerd door het FANC [1]. Hij volgt ook de internationale beste praktijken en standaarden, hoofdzakelijk van het IAEA en de United States Nuclear Regulatory Commission (U.S.NRC), de Amerikaanse dienst voor nucleaire veiligheid.

De vereisten en richtlijnen van de U.S.NRC zijn gebruikt voor het ontwerp en de exploitatievergunning van de kerncentrales in België. Dat is vooral relevant voor het luik veroudering van het LTO-Project, want in het verleden zijn al heel wat Amerikaanse centrales van hetzelfde reactortype als de Belgische onderworpen aan een LTO-verouderingsproces. Tijdens dit proces zijn algemene methodologieën opgesteld, met 10 CFR part 54 [2] en het GALL Report (NUREG-1801) [3] als belangrijkste referenties voor LTO-veroudering.

Voor de herevaluatie van het ontwerp werd een specifieke methodologie ontwikkeld. In de mate van het mogelijke werd daarbij rekening gehouden met de vereisten uit Safety of Nuclear Power Plants: Design (NS-R-1) [4] en de andere referenties over ontwerp van het IAEA.

De aanpak werd ook gebaseerd op de beste praktijken uit de nucleaire industrie.

## 2 Vertrekpunt voor langetermijnnuitbating

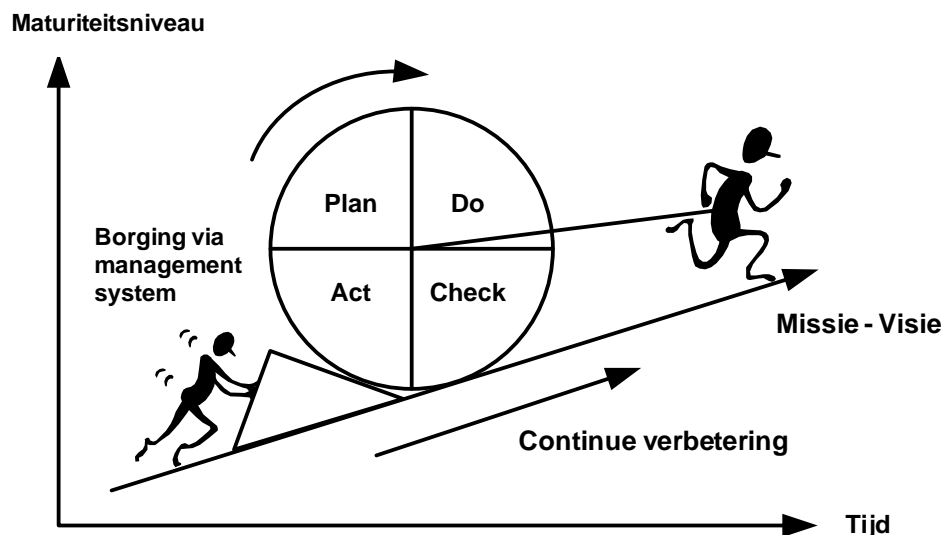
### 2.1 Continue verbetering

De kerncentrales Doel 1&2 startten op in 1974, respectievelijk, 1975 en naderen de leeftijd van 40 jaar. Tot op heden produceren ze op een veilige manier het elektrisch vermogen waarvoor ze ontworpen werden.

Om tot dit resultaat te komen, werden vanaf de opstart continu inspanningen voor verbetering geleverd.

#### 2.1.1 Principe van continue verbetering

Het Electrabel-principe van continue verbetering is gebaseerd op de Deming-cirkel, waarbij de vier stappen 'Plan', 'Do', 'Check', en 'Act' steeds opnieuw doorlopen worden.



**Figuur 2: De bovenstaande figuur schetst het principe van continue verbetering**

Dit principe veronderstelt ook kwaliteitsvereisten. De mate waarin voldaan wordt aan de kwaliteitsvereisten wordt het maturiteitsniveau genoemd.

Er zijn vier maturiteitsniveaus:

- **Start:** iedereen is ongecoördineerd 'ad hoc' bezig.
- **Low:** er is een zekere samenwerking en de resultaten van de processen zijn onder controle.
- **Medium:** er wordt in de organisatie zodanig gedisciplineerd samengewerkt dat niet alleen de globale resultaten conform zijn, maar ook de resultaten van de individuele processen zelf.

- **High:** deze maturiteit is bereikt wanneer de processen geïntegreerd functioneren en bovendien het beleid en het systeem continu onder controle, zelfsturend en zelfverbeterend zijn.

Voor alle activiteiten met betrekking tot nucleaire veiligheid, veiligheid & gezondheid en milieu wordt het niveau **High Maturity** nagestreefd.

### 2.1.2 Continue verbeteringen aan installaties

Op nucleair vlak is er in de laatste decennia een duidelijke evolutie. Waar internationaal op een bepaald ogenblik sterk de focus lag op Operations en Maintenance Excellence, is Kerncentrale Doel samen met het studie bureau Tractebel Engineering toch ook steeds sterk gericht geweest op de evolutie van het ontwerp.

#### Initieel ontwerp

In het initiële ontwerp zat er al een stevige basis van regels die het geheel van de nucleaire installaties onderbouwen, gesteund op de Amerikaanse nucleaire codes en reglementering 10 CFR 50 [10]. Later volgde de invoering van de ASME-code (American Society of Mechanical Engineers), waar onderscheid gemaakt werd tussen de nucleaire kringen en waar de vereisten des te strenger zijn in functie van de belangrijkheid van de kring.

#### Doel van de verbeteringen

De verbeteringen aan de installaties hebben als hoofddoel:

- De nucleaire veiligheid te verhogen
- De beschikbaarheid en betrouwbaarheid ervan te verhogen

De grootste wijzigingen in het kader van de nucleaire veiligheid vloeien voort uit de periodieke veiligheidsherzieningen.

#### Eerste tienjaarlijkse veiligheidsherziening (PSR 1)

De eerste tienjaarlijkse veiligheidsherziening (PSR 1, 1984) was ingrijpend. De nieuwe inzichten en vereisten vanuit de jonge nationale en internationale ervaring van PWR-centrales lieten toe om de nucleaire veiligheid in belangrijke mate te verhogen. De voorschriften voor de bouw van de nieuwe eenheden werden mee opgenomen en er werd rekening gehouden met veiligheidsthema's, ervaring en reglementeringen uit de buitenlandse centrales.

PSR 1 was een belangrijk moment in de evaluatie van het ontwerp van de centrales in het kader van de nucleaire veiligheid, in navolging van de NUREG-0737 [22]. De opvallendste realisatie was de bouw van het gebunkerd Gebouw Nood Systemen (GNS), naar analogie met de nieuwe eenheden Doel 3&4.

Het ontwerp van het GNS is gebaseerd op uitgebreide ongevalstudies van externe oorsprong zoals aardbeving, gasontploffing, impact van een vliegtuig. De noodsystemen van het GNS zijn ontworpen om de volgende functies te waarborgen: behoud van de waterinventaris in de reactorkring, behoud van de ondercriticaliteit van de reactor, afvoer van de nakomende warmte, noodcontrolezaal.

Enkele andere belangrijke voorbeelden:

- Evaluatie en verhoging van de weerstand tegen aardschokken van nucleair belangrijke installaties
- Verhoging van de brandweerstand van de controlezaal en aanpassing van de ventilatie van de controlezaal tegen het risico van toxische gassen en radioactieve besmetting

- Versterking van hoge-energieleidingen om de gevolgen bij breuk te beperken en om de eenheid in veilige koude stilstand te kunnen brengen
- Vervanging van de veiligheidsskleppen op de reactorkring door hydraulisch gestuurde veiligheidsskleppen, 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 hoofdstoomafsluiters om de betrouwbaarheid van de snelle isolatie van de hoofdstoomleidingen te verbeteren

### **Tweede tienjaarlijkse veiligheidsherziening (PSR 2)**

PSR 2 (1995) focuste op de herziening van de veiligheid. Vanaf dan wordt er gestart met de structurele aanpak van veroudering en slijtage.

Enkele belangrijke voorbeelden:

- Upgrade van de lagedrukveiligheidsinjectiepompen/shutdown-pompen om hun betrouwbaarheid te verhogen
- Uitbreiding van de filter van de recirculatie van het veiligheidsinjectiesysteem in de reactorgebouwen (later volgde een tweede belangrijke uitbreidingscampagne)
- Upgrade van de weerstand tegen aardbevingen van een aantal uitrustingen
- Evaluatie en validatie van de kwalificatie voor thermische stratificatie van leidingen op het drukregelvat en stoomgeneratoren
- Herevaluatie van de ongevalsstudies, na de aanpassingen van PSR 1
- Uitvoering van Probabilistic Safety Assessment (PSA), om mogelijke zwakheden in de installaties in kaart te brengen. Zo werd de gunstige impact aangetoond van de gewijzigde ongevalsprocedures en de plaatsing van de katalytische waterstofrecombinatoren in de reactorgebouwen.

### **Derde tienjaarlijkse veiligheidsherziening (PSR 3)**

Rekening houdend met de vorige PSR's werd een nieuwe globale benadering gebruikt, in nauw overleg met het FANC. De focus lag op de volgende aspecten: bevestiging van het initieel veiligheidsniveau, evaluatie van de veroudering van de installaties, 'operating experience feedback' (intern en extern). De aspecten van alle Belgische eenheden werden op hetzelfde ogenblik bestudeerd.

Enkele voorbeelden van belangrijke verbeteringen:

- Aanpassingen aan de polaire bruggen in de reactorgebouwen om te voldoen aan de geëvolueerde regelgeving
- Vervanging van de koelbatterijen van de ventilatiesystemen in het reactorgebouw en elektrisch gebouw
- Vervanging en verbetering van het Loose Part Monitoring System van de reactorkring
- Aanbrengen van een nieuwe coating op het extern betonnen omhulsel van het reactorgebouw

### Andere verbeteringen

Naast de verbeteringen uit de tienjaarlijkse veiligheidsherzieningen zijn talrijke wijzigingen en verbeteringen aangebracht aan de installaties naar aanleiding van:

- Interne inspecties, onderhoud, intern ervaringsbeheer
- Externe bronnen zoals extern ervaringsbeheer, het studiebureau Tractebel Engineering, het Research & Competence Center Laborelec, internationale lidmaatschappen
- Nucleaire incidenten en belangrijke ongevallen zoals Three Miles Island, Tsjernobyl en Fukushima (project Belgian Stress Tests - BEST)

Enkele belangrijke voorbeelden:

- Vervanging van de stoomgeneratoren in respectievelijk Doel 2 en Doel 1 in 2004 en 2009. Hierdoor werd de integriteit van de reactorkring verbeterd.
- Uitbreiding van de luchtkoeling van de veiligheidsdiesels, en de mogelijkheid om de reactorcaviteit onder water te zetten in geval van kernsmelting
- Vervanging van de veiligheidsdiesels om conform te zijn met de sterk geëvolueerde kwalificatievereisten voor dergelijke veiligheidsuitrustingen. Dit is een belangrijk lopend project. Ook de stuurlogica wordt grondig veranderd. Tot nu toe werden de diesels gestuurd via een complexe gekruiste logica. Het nieuw ontwerp stapt over naar een mono-trein logica: iedere diesel zal zijn eigen elektrische polariteit voeden, zoals in de modernere eenheden. Het dieselgebouw wordt afgewerkt en de vijf dieselgeneratoren bereiken de fase van testen en oplevering.
- In de ondersteunende installaties buiten het nucleaire gedeelte van de centrale werden ook grote investeringen gedaan, zoals bijvoorbeeld:
  - Tijdens de PSR 1 werden bijkomende dieselgeneratoren voor de elektrische voeding van de hulpsystemen van de turbine geplaatst.
  - In de machinezaal zijn de condensors vervangen door titanium condensors en zijn ook verschillende warmtewisselaars vervangen.

Dit zijn een beperkt aantal voorbeelden uit een lange lijst met verbeteringen. Deze lijst wordt aan de hand van het principe van de continue verbetering, voortdurend bijgewerkt.

### 2.1.3 Continue verbeteringen aan de uitbating en onderhoud

Op het vlak van uitbating en onderhoud (ook wel: 'Operations and Maintenance' of O&M) is er ook veel geëvolueerd. Het is onmogelijk om alle veranderingen hier op te sommen, dus beperken we ons hier tot de grote lijnen.

#### Technische Specificaties

Tijdens de PSR 1 werden de Technische Specificaties (= de verplichte uitbatings- en controleregels uit het Veiligheidsrapport) van Doel 1&2 grondig herzien en evolueerden ze naar een document met duidelijke vereisten en criteria, duidelijke beginvoorwaarden, en duidelijke acties in geval van overschrijding van de criteria. Het geheel is in overeenstemming met het Veiligheidsrapport.

De stand van zaken van de beschikbaarheid van de veiligheidstuigen ten opzichte van de Technische Specificaties wordt opgevolgd via het proces van de G-factoren (= beschikbaarheidsfactoren).



### **Uitbating**

Door de bouw van de nieuwe eenheden Doel 3&4 kregen de procedures van Doel 1&2 een meer diepgaande uitwerking. Zo werden de uitbatingsprocedures grondig herwerkt, net als de incident-, ongevals- en testprocedures voor de operatoren in de controlezaal. In de andere afdelingen vond dezelfde evolutie plaats, met name in de Scheikunde, de Stralingsbescherming, de preventiediensten, de onderhoudsdiensten, de engineeringdiensten en de stafdiensten.

In de context van de PSR 1 werd een belangrijke investering gedaan in de opleiding van de operatoren. Na het incident van Three Mile Island (gedeeltelijke kernsmelting, 1979) werd de 'full-scope' simulator van de controlezaal van Doel 1&2 ontworpen, en geïnstalleerd in 1988. Ondertussen wordt de simulator geactualiseerd en uitgebreid.

Er werden richtlijnen bepaald om de procedures systematisch en ergonomisch op te stellen en om het eigenaarschap te verhogen.

### **Onderhoud en engineering**

De werkwijzen evolueerden in het bijzonder in het onderhoud: er ontstond de noodzaak om de kennis en de werkwijzen te borgen. De doelstellingen zijn duidelijk: fouten vermijden, kwaliteitsvereisten waarborgen, plannings beheersen, documentatie actualiseren, wisselstukken beheersen, werkwijzen borgen, toegankelijkheid van kennis voor nieuwe medewerkers vergemakkelijken.

Het beheer van de onderhoudswerken kende ook een sterke evolutie. Er werden verschillende campagnes gevoerd om het onderhoudsbeleid en de onderhoudsvereisten in kaart te brengen. Gekoppeld aan ervaring leverde dit een uitgebreide databank op van onderhoudsprogramma's. Er zijn momenteel zo'n 23 000 onderhoudsprogramma's voorzien in het SAP-systeem.

Er werd ook een werfsimulator opgezet voor onderhoudsactiviteiten, met als doelstellingen de sensibilisering van het personeel en de contractors voor de nucleaire veiligheid en het aanleren van de goede praktijken tijdens onderhoudswerken. Voor deze opleidingen werd een systeem van bevoegdverklaring opgezet. Elke interne en externe technische medewerker volgt deze verplichte opleiding.

Naar internationaal voorbeeld werd in de laatste jaren ook de opbouw van periodieke systeem-rapporten uitgewerkt. Deze 'system health reports' maken een analyse van een systeem op een bepaald ogenblik, wat toelaat om de toestand van de uitrustingen en trends op te volgen en tijdig de nodige beslissingen te kunnen nemen over herstelling, onderhoud of vervanging.

Het 'In-Service Inspection'-programma (ISI) wordt uitgevoerd en volgt de evolutie van de American Society of Mechanical Engineers (ASME).

#### **2.1.4 Continue verbeteringen aan de organisatie**

Onder 'organisatie' worden de processen verstaan die de nucleaire veiligheid op lange termijn moeten waarborgen. Ze zorgen voor de passende cultuur, het leiderschap, de human resources, de middelen. De organisatie streeft ernaar middelen en mensen optimaal aan te wenden. De organisatie is gebonden aan installaties, maar ook aan de omgeving en aan de evolutie van inzichten op talrijke vlakken.

**Doelstellingen**

In een kerncentrale hangt de graad van veiligheid uiteraard af van de toestand en de performantie van de installaties. Maar even fundamenteel zijn de mensen die de installaties bedienen en onderhouden, en de verschillende deelprocessen ondersteunen.

De basisdoelstelling van de organisatie is incidenten te vermijden door ervaringen te delen en goede praktijken in te voeren. We willen leren van onze eigen, maar ook van andermans ervaring. We willen onze ervaring ook delen met anderen. Enkele voorbeelden: WANO, INPO, EPRI.

Hier volgen een aantal belangrijke voorbeelden in dit verband.

**Verbeteringen na Three Mile Island (1979)**

Na het ongeval in de centrale van Three Mile Island werden niet alleen technische verbeteringen doorgevoerd, maar ook:

- Werden de fysische inzichten (= de ervaring van het incident) in de opleidingen verwerkt
- Werden de ongevalsprocedures verfijnd
- Wordt de manier waarop het overzicht behouden blijft in de controlezaal verbeterd
- Wordt het noodplan geperfectioneerd, met bijvoorbeeld de herinrichting van de stafkamer

**Verbeteringen na Tsjernobyl (1986)**

Na de gebeurtenissen in Tsjernobyl in 1986 werd de organisatie verbeterd door:

- Ervaringsbeheer en documentatie intern verder te ontwikkelen
- Een formele organisatie rond ervaringsbeheer op te zetten
- De internationale contacten uit te breiden, bijvoorbeeld via de World Association of Nuclear Operators (WANO)
- Een audit-systematiek in te voeren. Er vonden bijvoorbeeld audituitwisselingen plaats, VISUREX genaamd, met Electricité De France (EDF), en WANO Peer reviews werden ingevoerd.

**Verbeteringen na Fukushima (2011)**

Naar aanleiding van het ongeval van Fukushima heeft Electrabel haar noodplanorganisatie geëvalueerd. Er worden verschillende maatregelen voorbereid om situaties die mogelijk meerdere eenheden tegelijk treffen het hoofd te kunnen bieden, en dit niet alleen op de site Doel maar ook op corporate niveau.

**Verbeteringen op het vlak van Human Performance en Behaviour**

Electrabel voerde innoverende processen in, zoals 'human performance and behaviour management' (het menselijk handelen en gedrag). Hierbij is het de bedoeling om medewerkers te stimuleren om te allen tijde heel bewust en gemotiveerd te handelen, waardoor de kwaliteit van het resultaat gewaarborgd is. Dit wordt ondersteund door 'performance management', waarbij de individuele verwachtingen en afspraken duidelijk zijn vastgelegd en periodiek worden geëvalueerd. Er gaat ook veel aandacht naar opvolging, auditering en monitoring, waardoor de prestaties kunnen vergeleken worden met de referenties in de sector en met de resultaten van andere exploitanten.

De impact van het menselijk handelen in een complexe technische installatie is fundamenteel. Reflectie- en vervolmakingstechnieken deden hun intrede en de resultaten worden periodiek geëvalueerd aan de hand van assessments.

**Verbeteringen op het vlak van organisatiestructuur**

De organisatiestructuur evolueerde ook. Eind de jaren 90 werd een meer gericht eigenaarschap van de installaties ingevoerd door de verschillende onderhoudsteams, om zo een maximale kennis en betrokkenheid te creëren. Parallel werd het installatiebeheer ingevoerd, om gericht naar het preventief en predictief onderhoud te kijken. Een organisatie werd uitgebouwd die meer gericht is op langetermijnactiviteiten in het kader van veroudering en uitgebreide onderhoudsactiviteiten.

Op het vlak van de veiligheid zijn er verschillende comités actief. De belangrijkste zijn het Uitbatingscomité voor de werking van de Doel 1&2 (Plant Operations Review Committee, PORC) en het Comité van de nucleaire site (Site Operations Review Committee, SORC).

De PORC verzekert er zich van dat de veiligheidsgebonden processen op een correcte manier gevolgd worden en neemt deel aan verschillende etappes binnen deze processen.

De SORC is een reflectie- en beslissingsorgaan bij bezorgdheden over nucleaire veiligheid op site-niveau.

Deze interne comités worden aangevuld door een onafhankelijk extern analysecomité (Independent Nuclear Safety Committee, INSC). De voorzitter en een aantal leden van het INSC zijn externe experts aan Electrabel. Het INSC analyseert de prestaties en het bereikte niveau i.v.m. de nucleaire veiligheid.

**Verbeteringen op het vlak van kwaliteitszorg**

De site van Doel voerde reeds jaren geleden integrale-kwaliteitszorgsystemen in, in het kader van de 10 CFR 50-reglementering. Het principe van continue verbetering werd midden de jaren 2000 ingebakken in hoofdstuk 17 van het Veiligheidsrapport. De Interne Nucleaire Code en de Referentie voor de Nucleaire Veiligheid werden ingevoerd.

Naast de nucleaire domeinen dekt de continue verbetering ook de niet-nucleaire domeinen. Dit is het geval voor het domein Veiligheid en Gezondheid (OHSAS 18001), en ook voor het domein Milieu en Duurzaam Ondernemen (ISO 14001 sinds 1997 en EMAS Eco Management and Audit Scheme sinds 2002). Deze domeinen worden periodiek geauditeerd en geëvalueerd. De nodige verbeteringsacties worden uitgevoerd en beoordeeld.

Zoals in alle organisaties die streven naar uitmuntendheid is dit proces fundamenteel. De organisatie moet zichzelf en de installatie permanent in vraag stellen en waakzaam blijven.

**2.1.5 Opvolging door de overheid**

Continue verbetering is niet alleen een kwestie van installatie en organisatie, het principe wordt ook opgelegd door de wetgever via het Koninklijk Besluit van 25 januari 1974, dat de vergunning verleent voor de uitbating van Doel 1&2. Het wettelijke proces van de tienjaarlijkse veiligheidsherzieningen is hier een illustratie van.

**Veiligheidsrapport en Technische Specificaties**

In het Veiligheidsrapport (VR) staat de centrale technisch beschreven, met de nucleair-technische voorwaarden waaraan ze moet voldoen. Het VR bevat de rechtvaardiging voor de aanvaarding van de centrale op het vlak van de Nucleaire Veiligheid.

De praktische voorwaarden, de limieten en de controle erop zijn beschreven in de Technische Specificaties. Aan de hand daarvan, kunnen zowel de exploitant als de autoriteiten het toegelaten werkingsgebied strikt en permanent opvolgen.

**Tienjaarlijkse veiligheidsherziening: FANC**

De vergunning van elke Belgische nucleaire eenheid bepaalt dat er om de tien jaar een veiligheidsevaluatie wordt uitgevoerd, volgens de richtlijnen van het Federaal Agentschap voor de Nucleaire Controle (FANC). De exploitant is dus verplicht om de centrale elke tien jaar technisch onder de loep te nemen, en om de centrale te toetsen aan de evolutie van de meest recente veiligheidsregels en -praktijken in de EU en de VS. De besluiten van die tienjaarlijkse veiligheidsherziening worden overhandigd aan de overheid.

**Inspectie en controle: FANC en haar filiaal Bel V**

Het FANC is verantwoordelijk voor inspectie en controle in opdracht van de overheid voor wat betreft de bescherming tegen ioniserende straling en de nucleaire veiligheid. De inspecties en controles laten toe een 'Integrated Safety Assessment' te doen van de activiteiten van de exploitanten.

Het FANC voert hoofdzakelijk thematische inspecties uit, volgens een meerjarenplan, en verzorgt ook de opvolging van de grote veiligheidsprojecten om zich ervan te vergewissen dat van bij het concept met alle de veiligheidsvereisten rekening wordt gehouden.

In de dagelijkse praktijk gebeuren de controle en opvolging op de site door de inspecteurs van Bel V. Bel V is een filiaal van het Federaal Agentschap voor de Nucleaire Controle (FANC). Daarnaast doen de Bel V-inspecteurs ook thematische inspecties. De inspecteurs concentreren zich hierbij specifiek op concrete thema's, zoals bijvoorbeeld uitbating, onderhoud, projecten, opleiding, audits, of 'human performance'.

**OSART-audit: IAEA**

In maart 2010 vond een Operational Safety Review Team (OSART)-missie plaats. Het rapport is beschikbaar op de website van het FANC. Deze veiligheidsaudit door het International Atomic Energy Agency (IAEA) werd aangevraagd door de Belgische overheid. Tijdens een dergelijke missie vergelijkt het IAEA de stand van zaken in diverse domeinen met de beste internationale standaarden.

Het IAEA oordeelde dat het management van de kerncentrale van Doel actief werkt aan permanente verbetering en aan de operationele veiligheid en betrouwbaarheid van de kerncentrales van Doel.

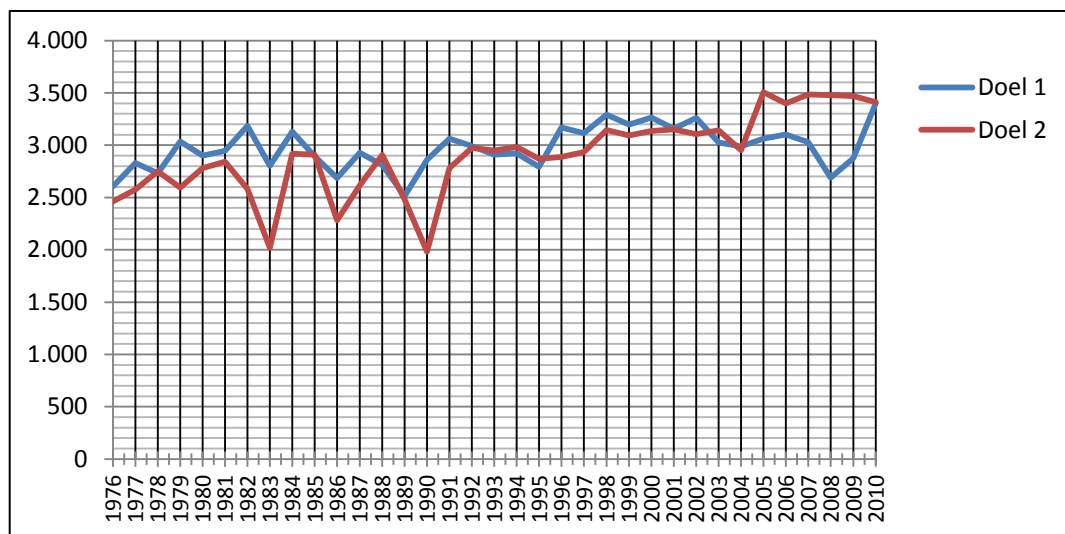
De follow-up van deze OSART-missie zal begin 2012 plaatsvinden.

## 2.2 Track record

Tijdens de afgelopen periode van 36 jaar was er een belangrijke en betrouwbare elektriciteitsproductie in Doel 1&2, zonder noemenswaardig incident met impact op de nucleaire veiligheid. Geen enkele gebeurtenis op Doel 1&2 toont een gebrek aan betrouwbaarheid of een negatieve evolutie op dat vlak. Bovendien werd elke gebeurtenis aangeprepen en geanalyseerd om de ervaring ervan te gebruiken in het continu verbeteringsproces.

### 2.2.1 Cijfers over productie en beschikbaarheid

#### Geproduceerde energie van 1976 tot 2010



**Figuur 3: geproduceerde energie van 1976 tot 2010 in GWh**

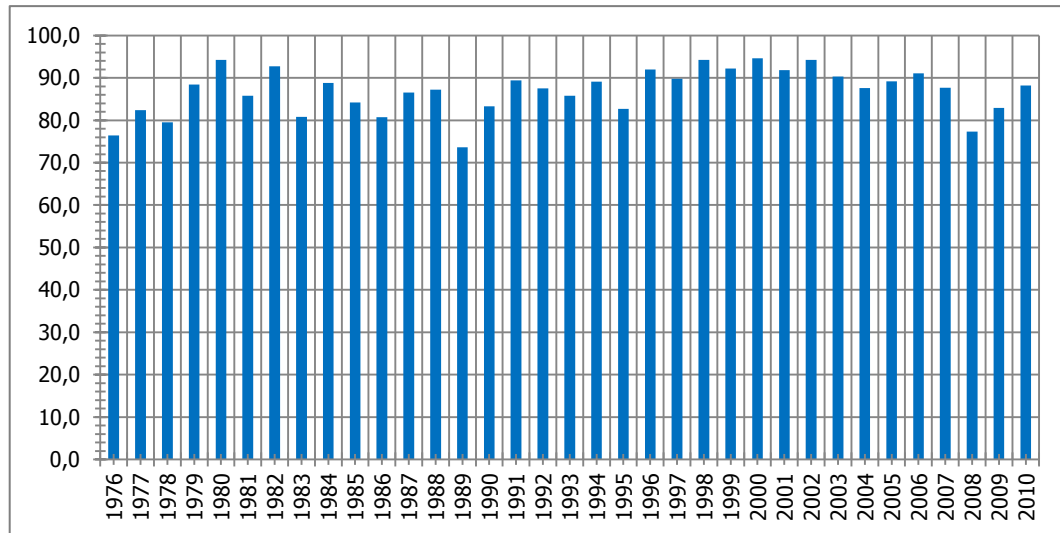
Doel 1 totaliseerde 104 000 GWh, en Doel 2 totaliseerde 101 000 GWh. De geproduceerde energie steeg na de vermogensverhogingen in 2004 (Doel 2) en in 2009 (Doel 1).

Dankzij verschillende verbeteringsacties, zowel op technisch als op organisatorisch vlak, zijn de betrouwbaarheid en de beschikbaarheid van de installaties vanaf het begin van de jaren 90 toegenomen.

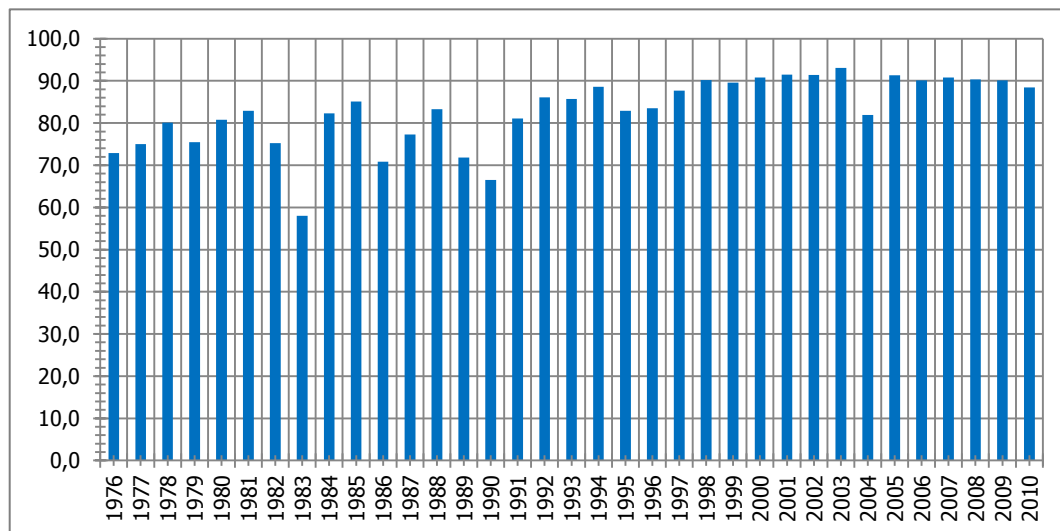
### Jaarlijkse beschikbaarheidscijfers

De volgende cijfers geven het track record van Doel 1&2 op het vlak van beschikbaarheid en, bij uitbreiding, van betrouwbaarheid.

Onderstaande grafiek toont de jaarlijkse beschikbaarheidscijfers. Deze cijfers geven weer wat de centrales produceerden, rekening houdend met geplande onderhoudswerken, revisies en interne ongeplande onbeschikbaarheden van de installaties ten opzichte van hun theoretische maximale productie.



Figuur 4: beschikbaarheidsfactor Doel 1 (%)



Figuur 5: beschikbaarheidsfactor Doel 2 (%)

De beschikbaarheid van de laatste tien jaar ligt hoog, zowel in Doel 1 als in Doel 2. In 2009-2010 voor Doel 1 en in 2004 voor Doel 2 is de lagere beschikbaarheid te wijten aan de langere revisies ten gevolge van de vervanging van de stoomgeneratoren. De lagere beschikbaarheid voor Doel 1 in 2008 was te wijten aan een defecte rotor primaire pomp. Geen enkele oorzaak voor deze lagere beschikbaarheden had een impact op de nucleaire veiligheid.

## 2.2.2 Cijfers over incidenten

Doel 1&2 kende geen nucleaire incidenten waarbij de drie barrières (splijtstof, reactorkring, reactoromhulsel) simultaan doorbroken werden. Er waren geen langdurige stilstanden te wijten aan verouderde nucleaire uitrustingen. Er waren wel vaststellingen waarvan de symptomen konden wijzen op slijtage of veroudering, zodat tijdig vervangprogramma's konden gestart worden.

Doel 1&2 kende in de afgelopen jaren wel verschillende gebeurtenissen. Deze gebeurtenissen worden gerangschikt naar belangrijkheid, en worden systematisch genoteerd omdat enerzijds trending belangrijk is, maar anderzijds ook analyse en correctieve acties, om herhaling te voorkomen. Ernstigere gebeurtenissen noemen we 'incidenten'. We kennen niet alleen gebeurtenissen met een technische oorzaak maar ook gebeurtenissen ten gevolge van menselijk handelen.

### Over INES

Na de catastrofe van Tsjernobyl in april 1986 werd in het begin van de jaren 90 een internationale incidentenschaal in het leven geroepen om op een correcte manier te communiceren over de ernst van een incident in een nucleaire installatie. Deze schaal, de International Nuclear Event Scale of INES genoemd, gaat van 0 (gebeurtenis met verwaarloosbaar nucleair of radiologisch veiligheidsbelang) tot 7 (groot ongeval met belangrijke radiologische gevolgen naar de omgeving toe).

Elke exploitant is verplicht om elk belangrijk voorval te rapporteren en de graad van ernst voor te stellen aan het controleorganisme en aan het FANC. Het FANC neemt de beslissing over het INES-niveau.

### Incidenten vanaf de invoering van de INES-schaal in 1990

In 1990 werd de INES-schaal ingevoerd. Sedert de invoering, zijn volgende aantallen te vermelden:

	Doel 1	Doel 2	Doel 1&2
<b>INES 0</b>	7	2	4
<b>INES 1</b>	16	15	14
<b>INES 2</b>	0	0	1
<b>INES 3</b>	0	0	0
<b>INES 4</b>	0	0	0
<b>INES 5</b>	0	0	0
<b>INES 6</b>	0	0	0
<b>INES 7</b>	0	0	0

Tabel 1: aantallen incidenten per INES-niveau (20/11/1990 tot 24/11/2010)



## 3 Methodologie

### 3.1 Inleiding

In de strategienota van het FANC [1] identificeert Electrabel de volgende domeinen:

- Basisvoorwaarden
- Verouderingsbeheer
- Herevaluatie van het ontwerp
- Kennis- en competentie management en gedrag

Om aan de voorwaarden, verwachtingen en aanbevelingen van de verschillende regelgevende instanties te voldoen, heeft Electrabel voor elk domein een methodologie uitgewerkt. Deze worden hier verder behandeld.

### 3.2 Basisvoorwaarden

#### 3.2.1 Doelstelling

In deel 6 van de strategische nota inzake LTO [1] vermeldt het FANC de onderstaande basisvoorwaarden voor langetermijnnuitbating, verwijzend naar SRS nr. 57 van het IAEA [9].

*Een LTO-programma kan pas succesvol zijn indien aan een aantal basisvoorwaarden of precondities voldaan is. Het bestaan van de onderstaande programma's en documentatie wordt als zo'n basisvoorwaarde beschouwd:*

- *Plant programmes for
  - o Maintenance,
  - o Equipment qualification
  - o In-service inspection;
  - o Surveillance and monitoring;
  - o Monitoring of chemical regimes*
- *A management system that addresses quality assurance and configuration;*
- *Original safety analyses involving time limited assumptions;*
- *Current safety analysis report or other licensing basis documents.*

*De exploitant dient een voorafgaandelijke evaluatie uit te voeren om na te gaan of deze precondities voor LTO voldaan zijn. Indien nodig worden door de exploitant de nodige actieplannen gedefinieerd om deze precondities te vervullen.*

### 3.2.2 Scope

#### Toepasselijke domeinen

De domeinen Basisvoorwaarden en Verouderingsbeheer bepalen mee of voldaan is aan de gehanteerde vereisten, gebaseerd op de verwachtingen van het IAEA.

- In het domein **Basisvoorwaarden** wordt de huidige status van het programma (huidig = as-is midden 2011) geëvalueerd. Deze evaluatie maakt deel uit van specifieke rapporten per programma.

Het resulterende actieplan is in lijn met de lopende correctieve actieplannen en verbeteringsprogramma's, en concentreert zich op die acties die verband hebben met LTO.

- Het domein **Verouderingsbeheer** evalueert het programma op zijn specifieke capaciteiten voor verouderingsbeheer. Deze evaluatie is een onderdeel van het specifieke verouderingsbeheer.

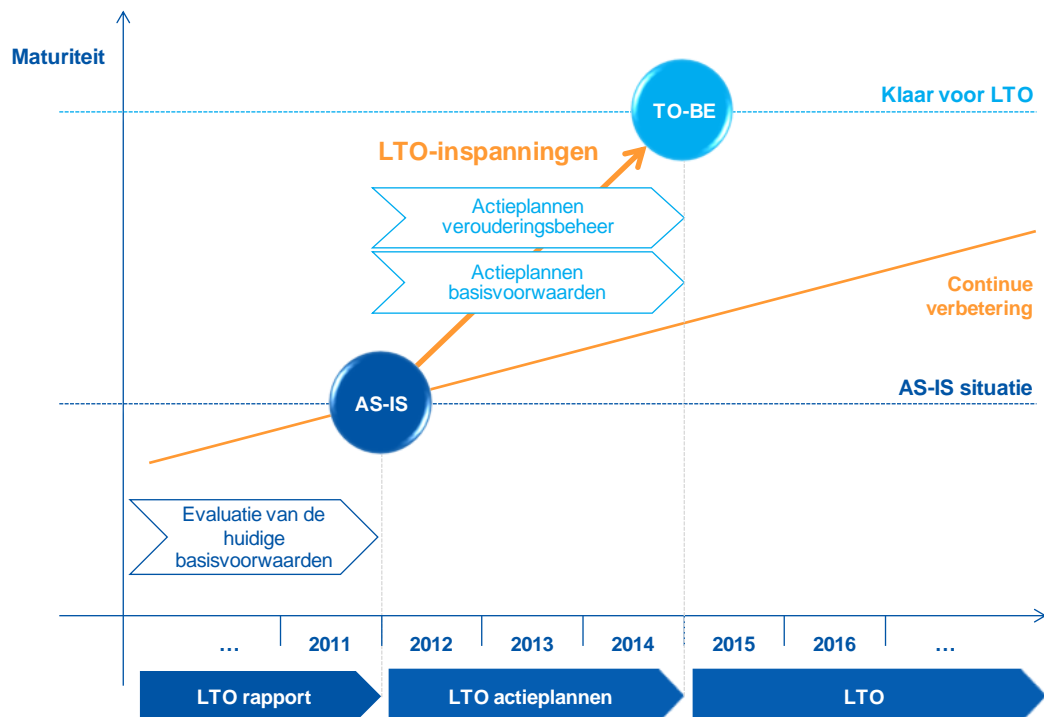


Figure 6: Scope verschillende domeinen

### Thema's voor de basisvoorwaarden

Verificatie van de basisvoorwaarden volgens thema's die beantwoorden aan de verwachtingen van het IAEA.

Elk thema heeft een vertegenwoordiger per site, verantwoordelijk om een basisvoorwaarde op zijn of haar site te evalueren. 'Peers' op beide sites werken hiervoor nauw samen.

IAEA thema	Electrabel thema
Maintenance	Onderhoud
Equipment qualification	Kwalificatie van de uitrusting
In-service inspection	In-service inspection
Surveillance and monitoring	Toezicht en monitoring
Monitoring of chemical regimes	Chemische toezicht
A management system that addresses quality assurance and configuration management	Managementsysteem configuratiemanagement & QA
	Wijzigingsbeheer
Original safety analyses involving time limited assumptions	Originele veiligheidsanalyses met tijdsbeperkende veronderstellingen (TLAA's)
Current safety analysis report or other licensing basis documents	Huidig Veiligheidsrapport & andere licentiebasisdocumenten (LBD)

### 3.2.3 Specifieke referenties en informatiebronnen

De volgende specifieke referenties en informatiebronnen zijn doorheen heel het proces gebruikt:

- Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants (IAEA Safety Reports Series N° 57, October 2008) [9]
- Guidelines for peer review of long term operation and ageing management of nuclear power plants (IAEA Services Series 17, SALTO Guidelines, December 2008) [11]
- Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors (IAEA-EBP-SALTO, July 2007) [12]

### 3.2.4 Processen

Electrabel gebruikt een methodologie bestaande uit verschillende stappen om te bewijzen dat voldaan is aan de basisvoorwaarden:

- Op basis van documenten van het IAEA wordt een reeks criteria vertaald naar de Belgische context.
- De documenten en ondersteunende middelen (audits, comités, ...) op basis waarvan de evaluatie kan gebeuren, worden opgesteld.
- De verschillende criteria worden geëvalueerd; eventuele tekortkomingen worden geïdentificeerd.
- Een actieplan wordt opgesteld om aan eventuele tekortkomingen te remediëren.

Dit is een algemeen overzicht van de aanpak:



**Figuur 7: evaluatieproces basisvoorwaarden**

## 3.3 Verouderingsbeheer

### 3.3.1 Doelstelling

In Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants (IAEA Safety Reports Series N° 57, October 2008) [9] 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.*

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).

### 3.3.2 Specifieke referenties en informatiebronnen

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

#### IAEA-methodologie

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

Titel	Referentie	Versie/datum	In dit document
Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants	IAEA-SRS-57	Oktober 2008	[9]
Plant Life Management for LTO of Light Water Reactors	IAEA-TRS-448	December 2006	[13]
Final report of the extra budgetary program on safety aspects of long term operation of water moderated reactors	IAEA-EBP-SALTO	Juli 2007	[12]
OSART Guidelines for Long Term Operation	-	Ontwerp rev. 2, mei 2009	[14]

### 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 als gevolg van fysische, chemische of biologische processen. Voorbeelden van fysieke veroudering zijn onder andere slijtage, thermische schade, stralingschade en corrosie.

Niet-fysieke of technologische veroudering heeft te maken met het proces waarbij iets gedateerd of verouderd raakt wegens de ontwikkelingen inzake 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.

Meer informatie hierover vindt u in de delen Basisvoorwaarden op pagina 30 en Competenties, kennis en gedrag pagina 58.

### Amerikaanse standaarden en richtlijnen

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

Titel	Referentie	Versie/datum	In dit document
Requirements for renewal of operating licenses for Nuclear Power Plants (U.S.NRC)	10 CFR, deel 54	2005	[2]
Standard Review Plan for Review of License Renewal Applications for Nuclear Power Plants (U.S.NRC)	NUREG-1800	Revisie 1, september 2005	[15]
Generic Ageing Lessons Learned (GALL) Report (U.S.NRC)	NUREG-1801, volume 1 en 2	Revisie 1, september 2005	[3]
Industry Guidelines for Implementing the Requirements of 10 CFR part 54 – The License Renewal Rule (Nuclear Energy Institute)	NEI 95-10	Revisie 6, juni 2005	[16]
Plant Support Engineering: License Renewal Electrical Handbook (Electric Power Research Institute)	EPRI 1003057	Revisie 1, januari 2005	[17]
Non-Class 1 Mechanical Implementation Guideline and Mechanical Tools (Electric Power Research Institute)	EPRI 1010639	Revisie 4, januari 2006	[18]

<b>Titel</b>	<b>Referentie</b>	<b>Versie/datum</b>	<b>In dit document</b>
Ageing Identification and Assessment Checklist. Civil and Structural Components – Final Report (Electric Power Research Institute)	EPRI 1011224	Februari 2007	[19]

### **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:

<b>Aanpassingen</b>	<b>In de Verenigde Staten</b>	<b>In België</b>
Belangrijkste aanpassingen	Voor LTO hebben NPP's een verlenging nodig van hun vergunning.	NPP's hebben geen verlenging nodig van hun vergunning. Volgens §11 van de strategische nota inzake LTO van het FANC [1] is de goedkeuring voor LTO geïntegreerd in het goedkeuringsproces voor de 4e PSR.
	In de Amerikaanse referenties zijn geen actieve componenten opgenomen in de scope van de LTO, omdat ze ervan uitgaan dat deze onder de Maintenance Rule vallen.	De methodologie voor LTO-Verouderingsbeheer geldt ook voor de actieve componenten, zoals gevraagd in de strategische nota inzake LTO van het FANC [1].
Minder belangrijke aanpassingen (niet-exhaustief)	10 CFR 54 [2]	Electrabel heeft haar IPA-proces ontwikkeld op basis van de 10CFR54, maar aangepast aan, onder andere, de reeds bestaande Belgische Ageing methodologie.
	NUREG-1800 [15]	De lijst van commodity groups, component types en structure types in NUREG-1800 [15] is aangepast aan de Belgische NPP's met het oog op de scoping van structuren en EI&C componenten.
	NUREG-1801 [3]	De Ageing Management Programs uit NUREG-1801 [3] zijn aangepast voor toepassing op de Belgische NPP's en geïntegreerd in de huidige manier van werken.
	NEI 95-10 [16]	Voor wat betreft NEI 95-10 [16], zijn de aanpassingen in de verschillende fasen van de IPA voor passieve componenten toegelicht in de specifieke methodologie voor LTO-Verouderingsbeheer. Het RSQ-proces is geïntegreerd in het IPA-proces voor EI&C-componenten.

### 3.3.3 Het basisproces: het Integrated Plant Assessment-proces (IPA)

De aanpak voor LTO-Verouderingsbeheer is gebaseerd op het Integrated Plant Assessment-proces (IPA). IPA is een gestandaardiseerd proces voor LTO-Verouderingsbeheer voor **passieve** componenten. IPA wordt internationaal gebruikt.

In 10 CFR 54 [2] definieert de U.S.NRC de 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.*

**Passieve componenten** zijn structuren of componenten:

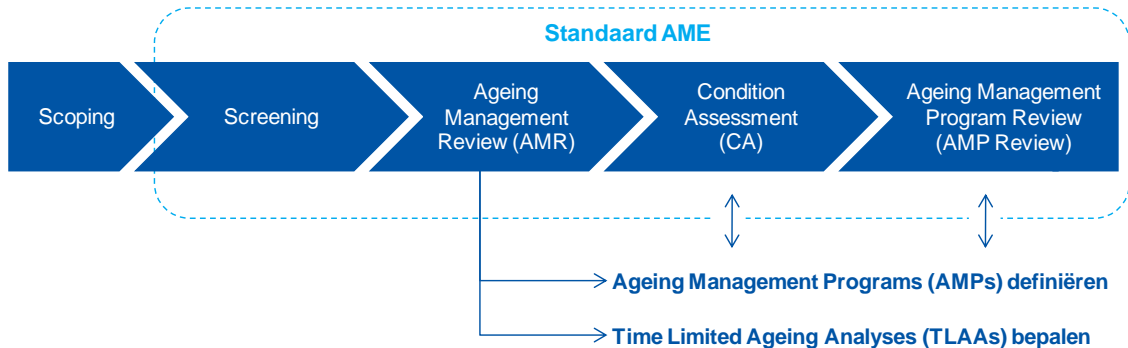
*Die een beoogde functie vervullen, ..., zonder bewegende onderdelen of zonder enige verandering aan de configuratie of eigenschappen. Deze structuren en componenten omvatten, maar zijn niet beperkt tot, het reactorvat, het drukomhulsel van de primaire kring, de stoomgeneratoren, het drukregelvat, de leidingen, de pomplichamen, de klephuizen, de kernschacht, componentsteunen, drukomhulsels, warmtewisselaars, ventilatiekokers, containment, de containmentbekuiping, elektrische en mechanische doorgangen, materielpoorten, 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.*

(10 CFR 54.21 [2])

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

### Overzicht

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



**Figuur 8: algemeen overzicht IPA-proces**

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

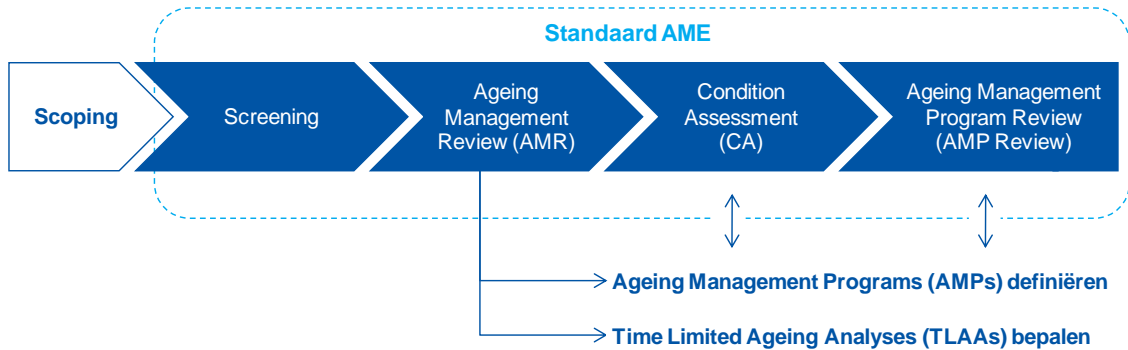
### Opmerkingen:

- Ageing Management Programs (AMP's) worden parallel gedefinieerd, zoals weergegeven. AMP's zijn specifieke maatregelen geïmplementeerd voor het verouderingsbeheer van een gegeven groep systemen, structuren en componenten of specifieke degradatiemechanismen.
- Scoping is doorgaans de eerste stap voor alle systemen, structuren en componenten. De daaropvolgende reeks IPA-stappen, gaande van Screening tot en met AMP Review, noemen we de standaard Ageing Management Evaluation (AME) voor passieve componenten. Deze AME wordt uitgevoerd per systeem (mechanisch domein), per commodity group (EI&C domein) en per structure type (structureel domein).
- De processen Screening & Ageing Management Review (AMR) zijn erg 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 [3], integreren we de ontwikkeling van een AMP geleidelijk aan in de AME voor systemen, structuren en componenten die onderworpen zijn aan een LTO-analyse.



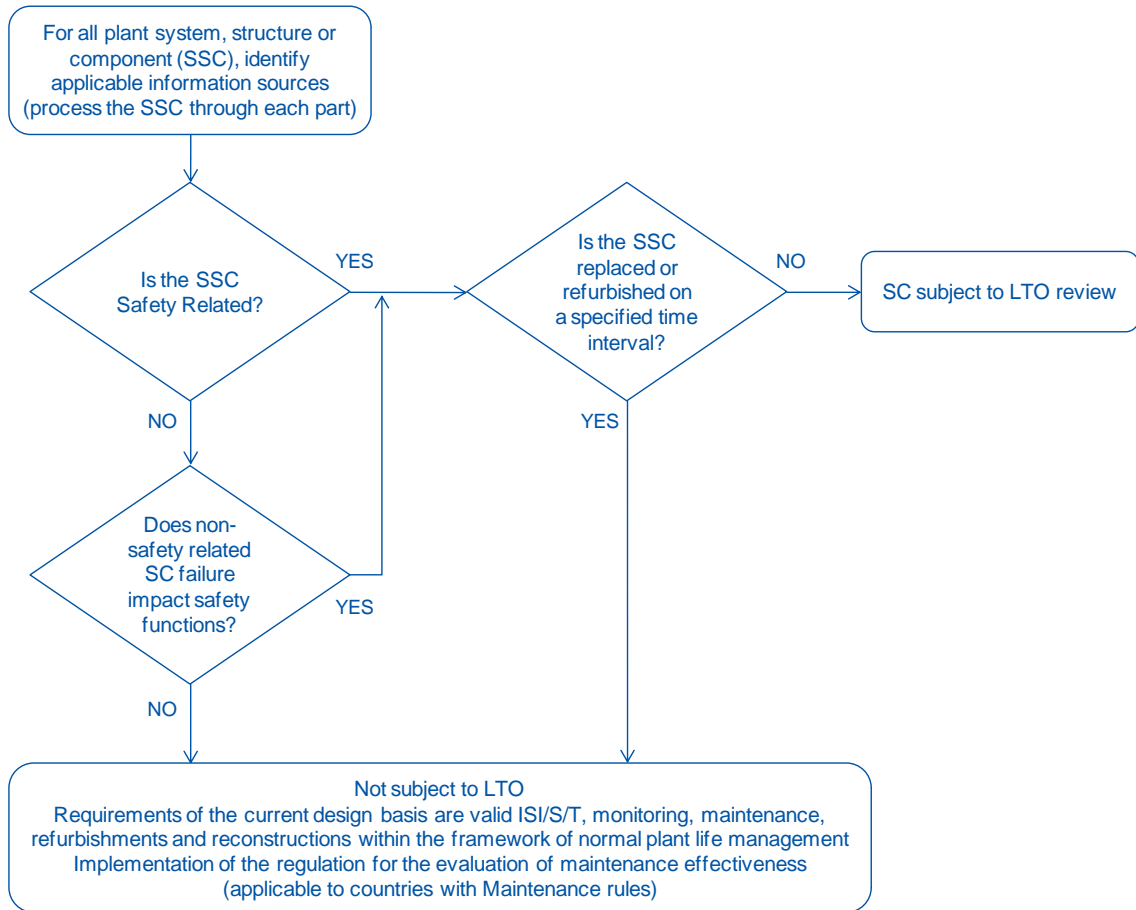
**Fase 1: Scoping**

De algemene doelstelling van Scoping is definiëren welke systemen, structuren en componenten onderworpen zijn aan een LTO-analyse (verderop in dit document: 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 9: IAEA-schema voor scoping met het oog op LTO-evaluatie**

**Input van het U.S.NRC voor Scoping**

Systemen, structuren en componenten die binnen de scope van LTO-Veroudering vallen, worden volgens 10 CFR 54.4 [2] als volgt gedefinieerd:

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

*(1) veiligheidsgelateerde 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-veiligheidsgelateerde 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).*

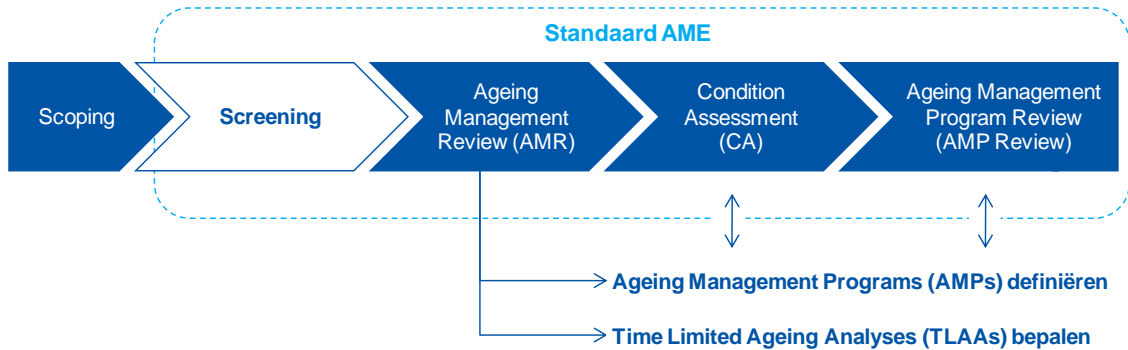
De U.S.NRC-definitie van de scoping criteria is overgenomen. Deze criteria kunnen met de volgende eenvoudige conventie worden voorgesteld:

<b>Criterium</b>	<b>Betekenis</b>
1	Veiligheidsgelateerde SSC
2	Niet-veiligheidsgelateerde SSC, maar hun degradatie door veroudering kan impact hebben op veiligheidsgelateerde SSC
3	SSC met specifieke functie

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

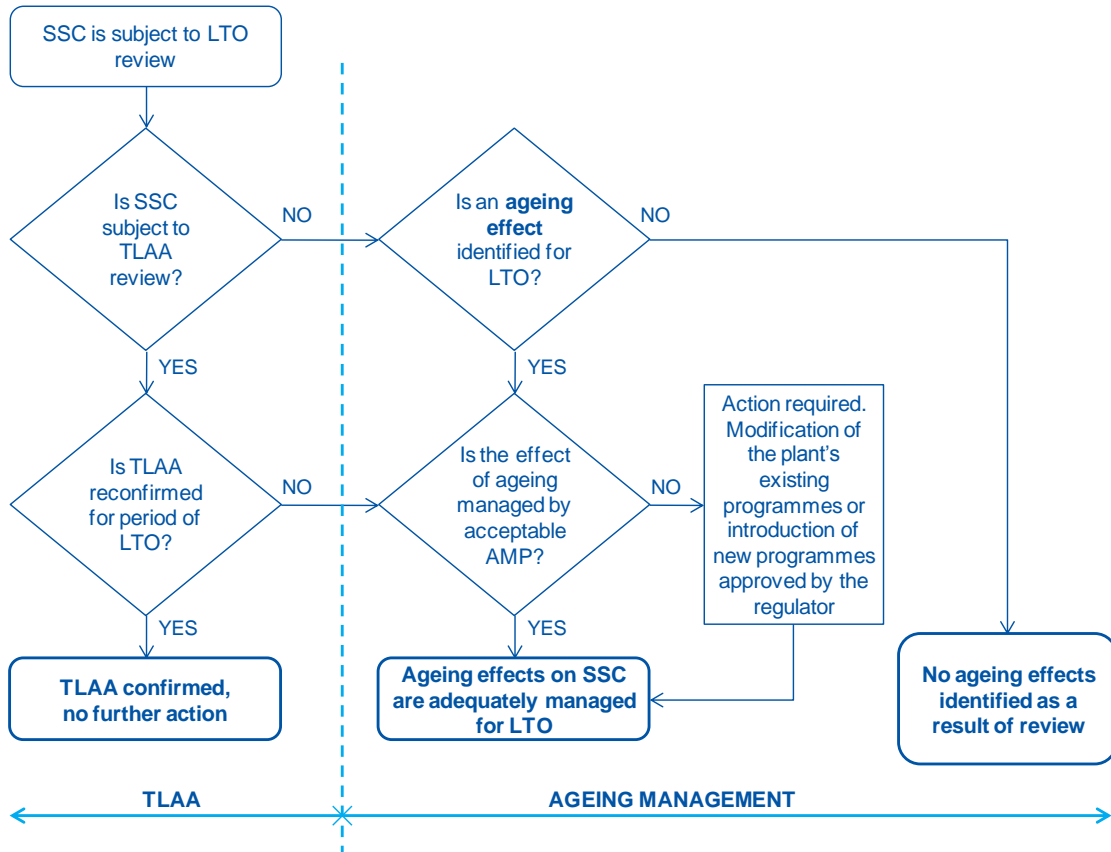
**Fase 2: Screening**

Na het Scoping-proces volgt het Screening-proces, waarin voor alle SSC die binnen de scope van LTO-Veroudering vallen, de individuele componenten (bijvoorbeeld, bouten, behuizing) worden geïdentificeerd die onderworpen zijn aan een Ageing Management Review (AMR).



**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 10: IAEA-schema 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) [2]:

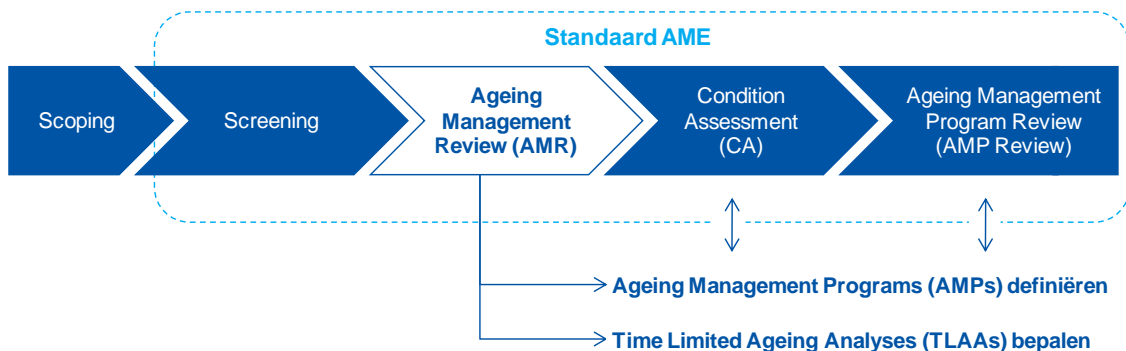
*(1) Identificeer en vermeld voor alle systemen, structuren en componenten die binnen de scope van dit deel vallen, zoals vermeld in § 54.4, die structuren en componenten die onderworpen zijn aan een ageing management review. De structuren en componenten onderworpen aan een ageing management review zijn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

### Fase 3: Ageing Management Review (AMR)

De Ageing Management Review (AMR) is de derde stap in het IPA-proces. Voor de individuele componenten die in de screeningfase 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 [3] en de specifieke AMP's per NPP
  - > gedefinieerd in Parallel proces vanaf fase 3: AMP's op pagina 42
- Een analyse van de levensduurbepalingen, de zogenaamde Time-Limited Ageing Analysis (TLAA)
  - > gedefinieerd in het Parallel proces vanaf fase 3: op pagina 43

### **Input van het U.S.NRC voor AMR**

In 10 CFR 54.21(a)(3) [2] 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. NEI toelichting**

Het Amerikaanse Nuclear Energy Institute (NEI) stelt het volgende in zijn Industry Guideline for Implementing the Requirements of 10 CFR part 54 – The License Renewal Rule [16]:

*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.*

### **Parallel proces vanaf fase 3: AMP's definiëren**

AMP's zijn specifieke maatregelen geïmplementeerd voor:

- Het verouderingsbeheer van een bepaald systeemtype (bv.: koelwatersysteem met gesloten kring), structuurtype (bv. betonnen gebouw), componenttype (bv.: elektriciteitskabels) of een hoofdcomponent (bv.: reactor)
- Het beheer van een specifiek degradatiemechanisme (bv.: 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 de 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 (Tabel 4.3-1, NEI 95 10 [16]).

Als men rekening heeft gehouden met al deze elementen, wordt elk AMP opgesteld in overeenstemming met de specifieke methodologie voor LTO-Verouderingsbeheer.

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

Zoals vermeld in Fase 3: Ageing Management Review (AMR) op pagina 41, kan een TLAA een Ageing Management Program (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's die zouden kunnen voldoen aan de bovenstaande criteria vermeld in 10 CFR 54.3 [2], worden op twee manieren geïdentificeerd:

- Door lijsten met eerder geïdentificeerde TLAA's door te nemen en die TLAA's te kiezen die algemeen van toepassing zijn op Doel 1&2 met het oog op verdere evaluatie. De TLAA's die voor de Doel 1&2 worden gerealiseerd, worden bepaald door consultatie van alle beschikbare informatiebronnen.
- Door in de huidige licentiebasis (CLB – Current Licensing Basis) van de eenheid op zoek te gaan naar berekeningen/analyses met een tijdselement. De CLB van Doel 1&2 (UFSAR, 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 onderworpen zijn aan de effecten van veroudering, vermoeidheid, relaxatie en degradatie te wijten aan de omgevingsomstandigheden. De omgevingskwalificatie van EI&C-systemen, structuren en componenten, daarentegen, wordt behandeld in de benadering op basis van het Syntheserapport van de Kwalificatie (Rapport Synthétique de Qualification - RSQ) (zie Specifieke AME voor gekwalificeerde EI&C-componenten: RSQ-aanpak op pagina 51).

**U.S.NRC input**

Zoals gespecificeerd in 10 CFR 54.3 [2], zijn TLAA's de berekeningen en -analyses in het kader van de uitbatingsvergunning met de volgende eigenschappen:

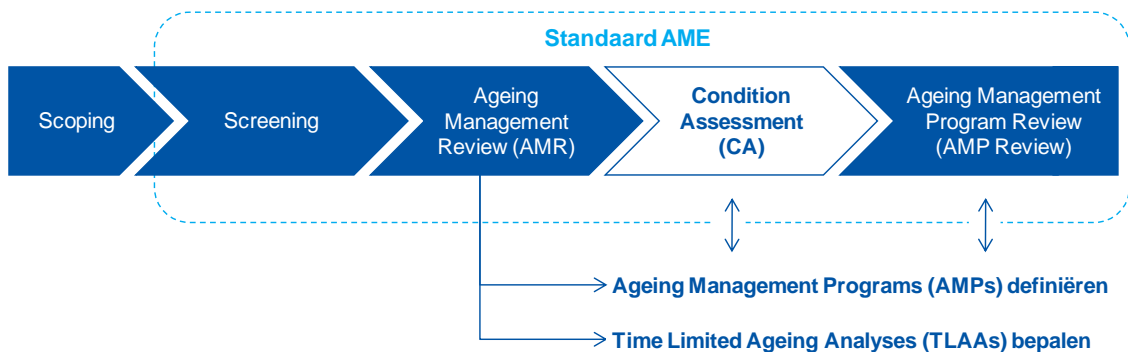
- (1) systemen, structuren en componenten opnemen in de scope van de vergunningsverlenging, zoals vermeld in § 54.4(a);*
- (2) rekening houden met de verouderingseffecten;*
- (3) rekening houden met levensduurbeperkende veronderstellingen zoals bepaald door de actuele exploitatieperiode, bv. 40 jaar;*

- (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.*

#### Fase 4: Condition Assessment (CA)

Het doel van de Condition Assessment is het volgende:

- Evaluatie van de operationele en onderhoudshistoriek (bv.: 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 systemen, structuren en componenten 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.

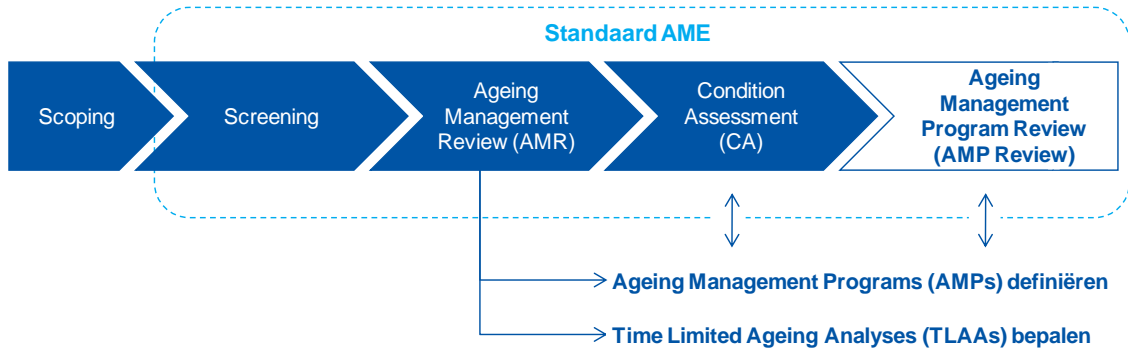


De CA kan het reeds verkregen beeld van de verouderingsmechanismen aanvullen of de behoefte verduidelijken wat betreft AMP's. Operationeel ervaringsbeheer is een essentieel onderdeel van de CA en de AMP-herziening, omdat het verouderingseffecten aan het licht kan brengen die nog niet eerder werden geïdentificeerd 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 Condition Assessment (CA), en dit voor alle systemen, structuren en componenten 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 men beslissen dat een bepaalde uitrusting moet worden vervangen. Dat is het geval:

- 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, of
- Omdat de uitrusting aan het einde van haar gekwalificeerde levensduur is gekomen, of
- Bij een andere reden waarvoor vervanging de optimale strategie is voor verouderingsbeheer in het kader van de LTO.

Alle aangepaste en nieuwe activiteiten, alsook alle aanbevolen vervangingen worden geregistreerd en gerapporteerd voor alle systemen, structuren en componenten.

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



### 3.3.4 Toepassing van IPA in de verschillende processen van het verouderingsbeheer: overzicht

De structuur van het project LTO-Verouderingsbeheer is gebaseerd op die van het IPA-proces, zoals beschreven in het deel Het basisproces: het Integrated Plant Assessment-proces (IPA) op pagina 36, samen met enkele bijkomende, specifieke aanpassingen aan de standaard AME voor het Belgische project LTO-Verouderingsbeheer.

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

#### Aanpassingen van de standaard AME voor specifieke toepassing

De standaard AME is in een aantal situaties gewijzigd. Enkele types systemen, structuren en componenten vragen een specifieke aanpak. Het IPA-basisproces (zoals gedefinieerd in 10 CFR 54.3 [2]) is vooral bedoeld voor passieve componenten. De **actieve en passieve componenten** worden opgenomen in het Belgische project LTO-Verouderingsbeheer.

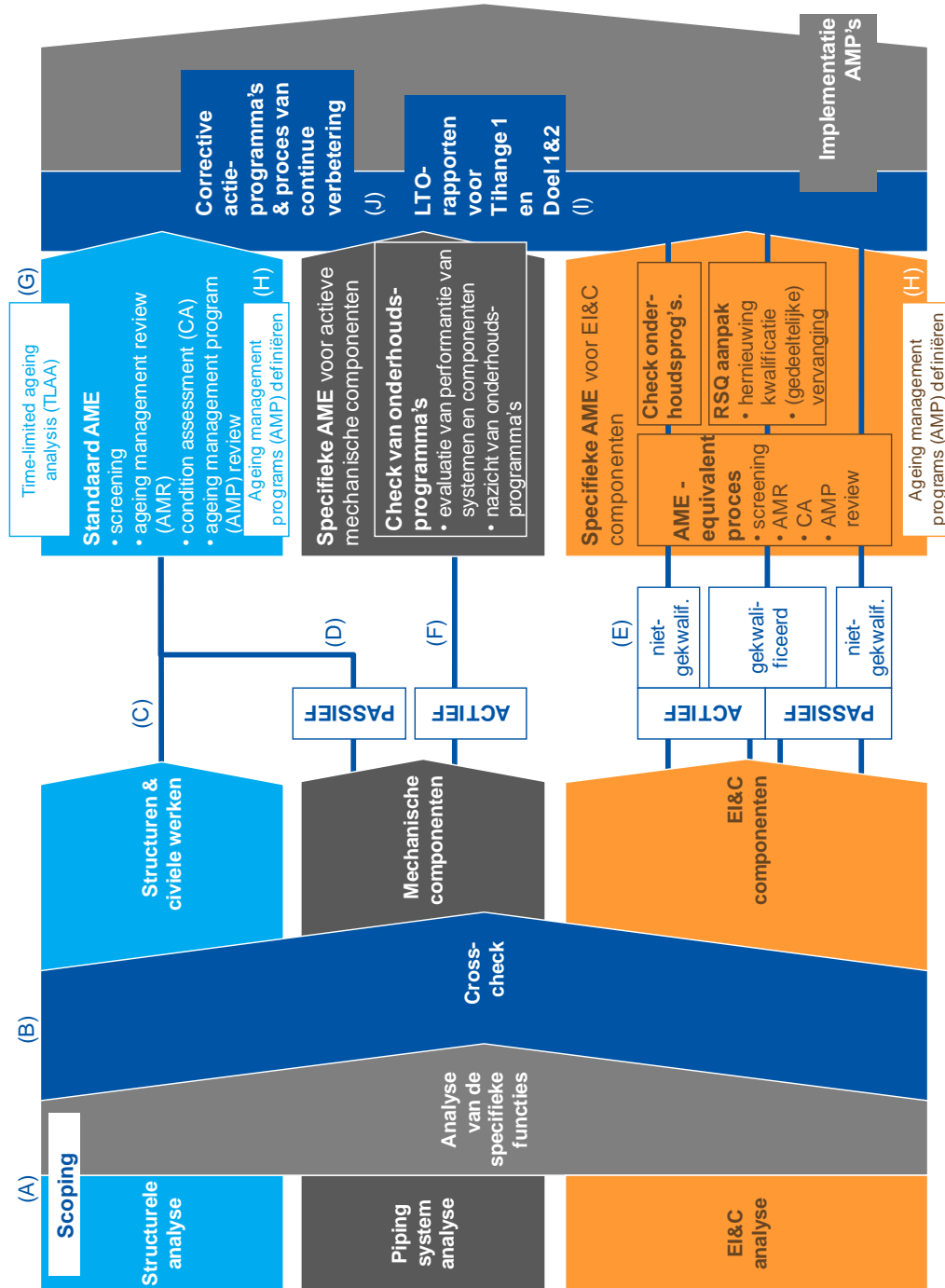
Er werd een specifieke aanpak voor actieve componenten toegevoegd. Verder worden de gekwalificeerde en niet-gekwalificeerde EI&C-componenten afzonderlijk behandeld.

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-Veroudering vallen. Voor gekwalificeerde EI&C-componenten, wordt het versterkt door het concept van RSQ (Syntheserapport van de Kwalificatie - Rapport Synthétique de Qualification) te integreren in dit AME-proces. Meer gedetailleerde informatie vindt u in de Specifieke AME voor gekwalificeerde EI&C-componenten: RSQ-aanpak op pagina 51).
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. Meer gedetailleerde informatie wordt in de Specifieke AME voor actieve componenten: controle van onderhoudsprogramma's op pagina 49 gegeven.

**Overzicht van het project LTO-Verouderingsbeheer**

Dit schema omvat het hele LTO-Verouderingsbeheer-proces op basis van IPA, en alle bijkomende, specifieke aanpassingen. Sommige processen lopen parallel, afhankelijk van het type systemen, structuren en componenten en de typering ervan als actief of passief:



Figuur 11: het globale project LTO-Verouderingsbeheer

Figuur 11: het globale project LTO-Verouderingsbeheer 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	Scoping
B	Cross-checking: controle van de coherentie in scope tussen de technische domeinen
C	Standaard Ageing Management Evaluation (AME) van structuren, in het bijzonder van civiele werken
D	Standaard Ageing Management Evaluation (AME) van passieve mechanische componenten
E	Specifieke Ageing Management Evaluation (AME) van actieve en passieve, gekwalificeerde en niet-gekwalificeerde EI&C-componenten
F	Specifieke Ageing Management Evaluation (AME) van actieve mechanische componenten
G	Time-Limited Ageing Analysis (TLAA) voor mechanische componenten en structuren
H	Definiëren van Ageing Management Programs (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-Verouderingsbeheer, zoals weergegeven in Figuur 11: het globale project LTO-Verouderingsbeheer op pagina 47.

#### 1 Het scopingproces (**A**) bestaat uit vier analyses.

Scoping identificeert de systemen, structuren en componenten 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 scopingmethode.

Een vierde analyse onderzoekt de impact van specifieke functies (bijvoorbeeld, brandbeveiliging, station black-out) op de drie bovenvermelde domeinen. Indien nodig, worden systemen, structuren en componenten toegevoegd aan de LTO-scope. De coherentie en de scope van de resultaten van deze analyses wordt tijdens de cross-check behandeld (**B**).

- 2** Het scopingproces wordt gevolgd door een AME, die afhankelijk is van het type van systemen, structuren en componenten. Ook de passieve en de actieve componenten worden verschillend behandeld.
- (C)** Componenten van structuren en civiele werken worden onderworpen aan een standaard AME.
  - (D)** Passieve componenten van mechanische systemen worden ook 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.
- 3** In het LTO-Rapport **(I)** worden de resultaten van het LTO-Verouderingsbeheer-proces gebundeld en op een gestructureerde manier voorgesteld, inclusief de lopende programma's, de actieplannen en de corrigerende maatregelen **(J)** die na het LTO-Verouderingsbeheer-proces in elke kerncentrale moeten worden getroffen.

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

### 3.3.5 Specifieke AME voor actieve componenten: controle van onderhoudsprogramma's

De strategische nota van het FANC [1] vereist het volgende, specifiek voor de actieve componenten:

*... 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). ...*

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 Reliability Centered Maintenance-analyse (RCM).**

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

- Bepalen van de belangrijkste faalmodi voor elk uitrustingsstype
- Kriticietsanalyse en -evaluatie (gradatie van ernst en frequentie van het risico op falen) van de faalmodi van actieve functionele locaties binnen de scope
- Identificatie van 'run-to-failure'-uitrustingen
- 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:

#### 1 Scoping

- Oplijsten van de actieve mechanische componenten en actieve EI&C-componententypes die binnen de scope van LTO-Verouderingsbeheer vallen
- Scoping binnen LTO-Verouderingsbeheer en de RCM-scoping vergelijken

#### 2 Oplijsten van de huidige programma's van de centrale en van operationele ervaring

#### 3 Onderhoudsprogramma's controleren en evalueren

- Definitie van de overheersende faalmodi
- Kriticietsanalyse
- Selectie van de onderhoudstaken
- Optimalisatie van de onderhoudsprogramma's

#### 4 Programma's bevestigen of actieplan voor optimalisatie identificeren

#### 5 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 in de periode 2012-2014.

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.

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

De gekwalificeerde EI&C-componenten in de meest recente Belgische kerncentrales worden opgevolgd via een Syntheserapport van de Kwalificatie (Rapport Synthétique de Qualification - 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 [24] (ondersteund door Regulatory Guide 1.89 [25])
- Vormt de basis voor het onderhoudsprogramma.

IEEE 323-74 was nog niet beschikbaar toen Doel 1&2 in de ontwerpfase zaten. Tijdens de eerste en tweede periodieke veiligheidsherziening (PSR) van deze units heeft Electrabel de uitrusting gelinkt aan de bestaande RSQ's 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 recentelijk gebouwde Belgische units.

De methodologie voor een gekwalificeerde uitrusting is een scope-uitbreiding van het proces uit de vorige PSR, 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.

### 3.3.7 Interactie met andere methodes, projecten of domeinen

#### Interactie met het luik LTO-Design

De analyse en de activiteiten van LTO-Verouderingsbeheer beïnvloeden LTO-Design, maar ze ondersteunen het ook. Dat geldt vooral voor de thema's brandbeveiliging, station black-out en veiligheidsclassificatie.

#### Interactie met PSR

De volgende veiligheidsfactoren (SF) worden behandeld tijdens de vierde PSR, en hebben een nauwe link met het project LTO-Verouderingsbeheer:

Veiligheidsfactor	Beschrijving
SF 1 - Plant design	De lijst van de systemen, structuren en componenten voor SF 1 zal gebaseerd zijn op het resultaat van LTO-Verouderingsbeheer
SF 2 - Huidige toestand van systemen, structuren en componenten	De Condition Assessment van de systemen, structuren en componenten gerealiseerd in LTO-Verouderingsbeheer zou gebruikt kunnen worden voor SF 2.
SF 3 - Kwalificatie van uitrusting	De resultaten van de aanpak voor EI&C-componenten in LTO-Verouderingsbeheer zouden gebruikt kunnen worden voor SF 3
SF 4 - Ageing	De resultaten van LTO-Verouderingsbeheer zouden gebruikt kunnen worden voor SF 4

**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 [20].

### 3.4 Evaluatie van het ontwerp

#### 3.4.1 Doelstelling

De strategische nota inzake LTO van het FANC [1] somt de volgende vereisten op voor LTO-Design:

*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 veiligheidsbepaaldingen 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 veiligheidsbepaaldingen 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" die vastgelegd wordt en volgens de vastgelegde planning geïmplementeerd*

Electrabel heeft op basis van de strategische nota inzake LTO van het FANC zelf ook een methodologie uitgewerkt voor dit eerste Belgische LTO Agreed Design Upgrade (ADU)-project.

Doelstelling van LTO-Design is maatregelen ontwikkelen die het ontwerp van Doel 1&2 kunnen upgraden. In dit kader definieerde de International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG 12 [21]) de volgende **technische veiligheidsdoelstelling**:

*Doelstelling: met een hoge mate van zekerheid ongevallen in kerncentrales voorkomen; ervoor zorgen dat de eventuele radiologische gevolgen van elk ongeval waarmee rekening is gehouden bij het ontwerp van de centrale, ook die waarvan de waarschijnlijkheid zeer laag is, miniem blijven; en ervoor zorgen dat de waarschijnlijkheid van ernstige ongevallen met ernstige radiologische gevolgen extreem laag blijft.*

Volgens datzelfde rapport van de INSAG wordt een kerncentrale ...

*... ontworpen om het hoofd te kunnen bieden aan een brede waaier van gebeurtenissen, waaronder normale exploitatieomstandigheden, voorzienbare voorvallen tijdens de exploitatie, extreme externe gebeurtenissen en ongevalsituaties.*

(zie Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants, 75-INSAG-3 Rev. 1, INSAG-12 [21])

Electrabel past het basisprincipe van de 'defence in depth' toe, wat garandeert dat er voldoende veiligheidsmaatregelen zijn genomen.

### 3.4.2 Scope

De scope van de activiteiten voor LTO-Design is gebaseerd op de huidige licentiebasis (Current Licensing Basis - CLB) van de kerncentrales Doel 1&2. De scope omvat die ontwerpaspecten die te maken hebben met de technische veiligheidsdoelstelling zoals gedefinieerd door de International Nuclear Safety Advisory Group (INSAG).

De activiteiten van het luik LTO-Design zijn:

- Herziening van het ontwerp
- Ontwikkeling van een verbeteringsplan: de Agreed Design Upgrade (ADU)
- Implementatie van de ADU, na goedkeuring en in overeenstemming met de vastgelegde planning



### 3.4.3 Algemene informatiebronnen

Als algemene referentie is de methodologie voor de herziening gebaseerd op:

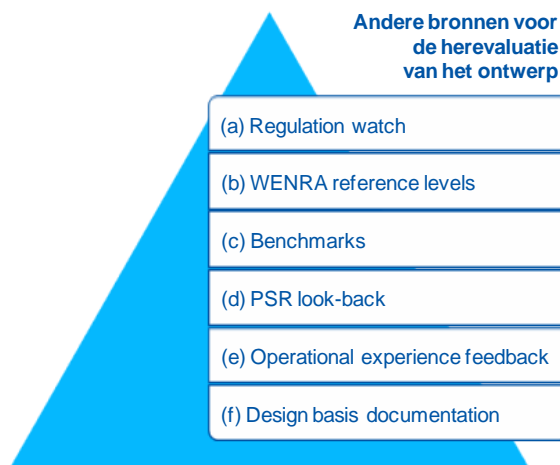
- Safety of Nuclear Power Plants: Design (NS-R-1) [4]
- De onderliggende richtlijnen inzake ontwerp, uitgewerkt door het IAEA

Deze documenten definiëren ontwerpvereisten voor, onder andere, de veiligheidsclassificatie, de algemene ontwerpbasis, ontwerpen met het oog op betrouwbare structuren, systemen en componenten, de uitrustingskwalificatie, menselijke factoren, en systemen in de centrales.

### 3.4.4 Specifieke informatiebronnen

#### Overzicht

Andere informatiebronnen die zijn opgenomen in LTO-Design, zijn:



Figuur 12: bronnen voor LTO-Design

In de volgende paragrafen wordt meer informatie gegeven over elke informatiebron.

#### (a) Regulation watch

Tijdens de exploitatie controleert Electrabel doorlopend elke wijziging in de reglementering inzake nucleaire veiligheid, een proces dat Regulation watch wordt genoemd.

In het LTO-Project is dit proces gebruikt als een bron van informatie. De observatie omvat de wijzigingen in internationale vereisten (bv. IAEA), Europese en nationale regelgevingen, en Amerikaanse regelgeving (U.S. Nuclear Regulatory Commission).

De recente wijzigingen aan het reglementaire kader zijn gebruikt. De potentiële ontwerpwijzigingen die het gevolg zijn van wijzigingen aan relevante regelgevingen of vereisten werden geïdentificeerd. Deze herziening wordt uitgevoerd in het kader van de vierde PSR.

#### (b) Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA) referentieniveaus

De WENRA heeft een aantal veiligheidsreferentieniveaus opgesteld. Een gap analysis werd uitgevoerd voor alle Belgische kerncentrales en een Belgisch actieplan werd opgesteld. Mogelijke ontwerp wijzigingen die voortvloeien uit het Belgische actieplan worden voor zover mogelijk meegenomen in het LTO-project.

**(c) Benchmarks**

Type benchmark	Beschrijving
Nationaal	Voor de vergelijking van Doel 1&2 op nationaal vlak, is hun ontwerp vergeleken met dat van de meest recente Belgische units. De inhoud van de Veiligheidsrapporten dient als basis voor deze vergelijking.
Internationaal	Voor de vergelijking van Doel 1&2 op internationaal vlak, is hun ontwerp vergeleken met dat van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• NPP's die er het meest op lijken qua ontwerp</li> <li>• NPP's in buurlanden</li> <li>• NPP's met een gelijkaardige levensduur</li> </ul> Geselecteerde centrales werden bezocht en expertise en kennis werd uitgewisseld. Er wordt onderzocht of gelijkaardige aanpassingen al dan niet relevant zouden zijn voor Doel 1&2.
Recent ontwerp	Het ontwerp van Doel 1&2 werd vergeleken met meest recente ontwikkelingen op het vlak van ontwerp.

**(d) PSR look-back**

In Doel 1&2 zijn tienjaarlijkse periodieke veiligheidsherzieningen (PSR's) uitgevoerd. Tijdens elke PSR zijn er veiligheidsgerelateerde punten herzien en zijn er verbeteringen met betrekking tot de veiligheid gedefinieerd en geïmplementeerd.

Voor de PSR look-back wordt gebruik gemaakt van de syntheseverslagen van voorgaande PSR's. Het omvat het volgende:

- De punten uit de voorgaande PSR's voor Doel 1&2 oplijsten
- De overblijvende bekommernissen uit de lijst identificeren

**(e) Operational experience feedback**

De operational experience feedback levert verschillende soorten verwante bekommernissen op. Om bekommernissen in verband met het ontwerp te identificeren, zijn de volgende bronnen gescreend:

- Inspectierapporten van Bel V
- Interne ervaringsfeedback van Doel 1&2
- Externe ervaringsfeedback (bijvoorbeeld, uitwisseling van exploitatie-ervaring via organisaties zoals WANO, de World Association of Nuclear Operators)
- Openstaande punten van het Site Operations Review Committee (SORC) en het Plant Operations Review Committee (PORC)
- Unavailability factor analysis (een analyse die de onbeschikbaarheid van veiligheidssystemen en -componenten evalueert)

**(f) Documentatie van de ontwerpbasis**

De ontwerpbasis wordt getoetst door de huidige licentiebasis (CLB) te vergelijken met de algemene ontwerpcriteria voor kerncentrales van de U.S.NRC [10].

### 3.4.5 Processen

Het volgende proces is toegepast op elke informatiebron, wat leidt tot een voorstel van Agreed Design Upgrade (ADU).



**Figuur 13: methodologie LTO-Design toegepast op elke bron**

Hierna volgt een meer gedetailleerde beschrijving van deze methodologie.

- 1** Identificatie van de verschillende veiligheidspunten. Als ze gerelateerd zijn, worden ze gegroepeerd in een area, wat resulteert in een lijst.
- 2** De veiligheidspunten per area worden onderzocht.
- 3** Een globale evaluatie zorgt ervoor dat geen overlappende of incompatibele verbeteringen voorgesteld worden. Dit geeft een overzicht op de veiligheidspunten en hun potentiële verbeteringen en zal gebruikt worden in de uitwerking van de ADU.
- 4** Het resultaat is een evenwichtige reeks verbeteringen die het algemene risico doeltreffend en efficiënt zullen doen dalen. De verbeteringen worden gebundeld in een ADU.

### 3.4.6 Interactie met andere methodes, projecten of domeinen

#### Interacties met het luik LTO-Verouderingsbeheer

Zie ook Verouderingsbeheer, Interactie met het luik LTO-Design op pagina 51.

#### Interacties met PSR

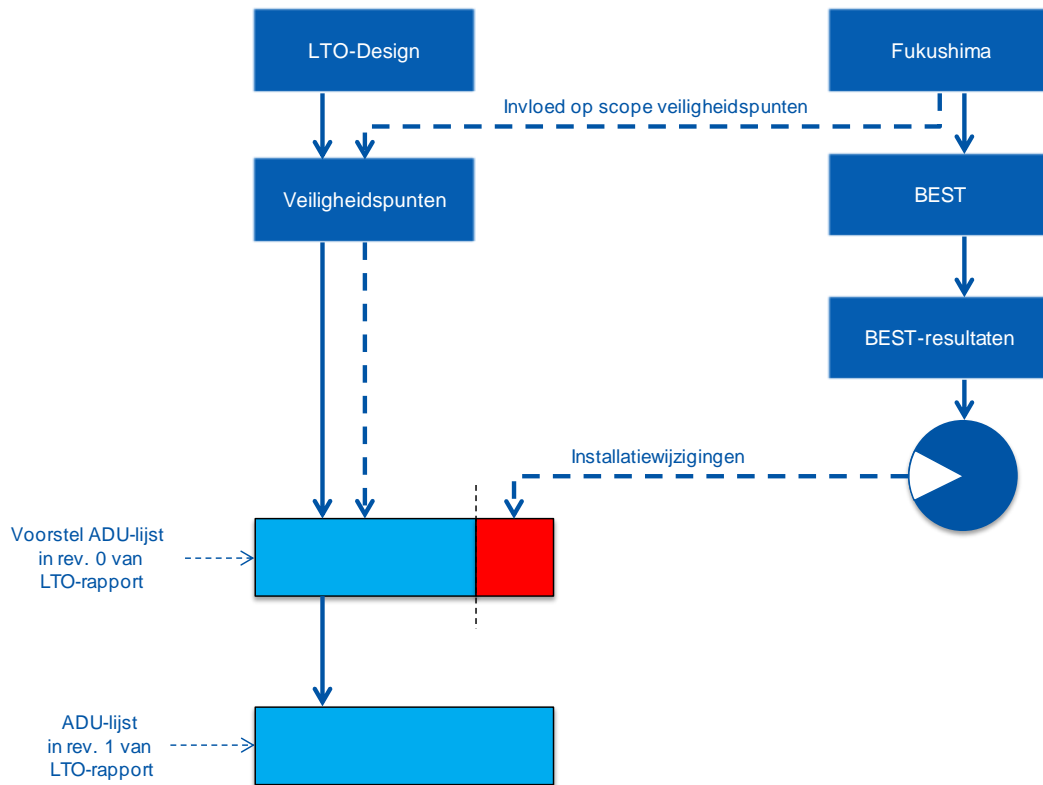
De belangrijkste interactie betreft Veiligheidsfactor 1 (SF-1), inclusief ontwerp van de centrale, hoofdzakelijk met betrekking tot de documentatie over de ontwerpbasis en de reglementaire overwaking.

Andere interacties betreffen de volgende veiligheidsfactoren:

Veiligheidsfactor	Beschrijving
SF-3 - Uitrustingskwalificatie	De resultaten van de methodologie die werd gebruikt voor het luik LTO-Design, zouden gebruikt kunnen worden voor SF-3.
SF-9 - Gebruik van ervaring van andere centrales en onderzoeksresultaten	De resultaten van de methodologie die werd gebruikt voor het luik LTO-Design, zouden gebruikt kunnen worden voor SF-9.

**Integratie met de resultaten van de Belgische weerstandstesten (BEST-project)**

De integratie van LTO-Design-initiatieven met BEST verloopt als volgt:



**Figuur 14: BEST-integratie**

## 3.5 Competenties, kennis en gedrag

### 3.5.1 Doelstelling

In deel 5 van de strategische nota inzake LTO van het FANC [1] 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.*

### 3.5.2 Scope

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

- **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.

### 3.5.3 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

### Note

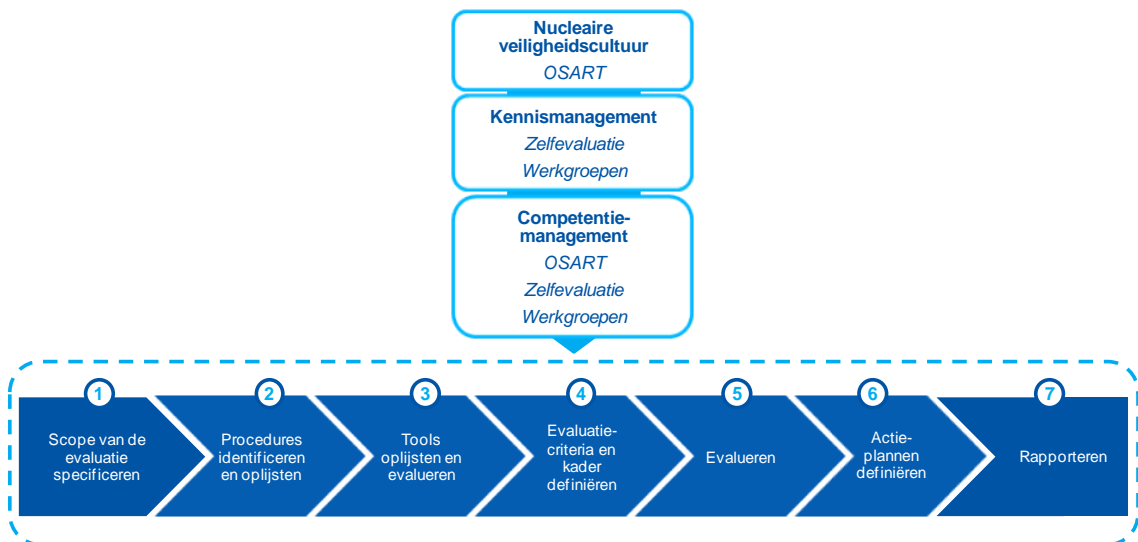
De resultaten van de recente OSART-audits, vooral op het vlak van menselijke prestaties, training en zelfevaluatie werden gebruikt in deze LTO-evaluatie. De OSART-audits voor Doel 1&2 (2010) zijn publiek en beschikbaar op de website van het FANC.

### 3.5.4 Processen

De volgende methodologie werd gebruikt om aan te tonen dat voldaan wordt aan de eisen van het FANC op het vlak van kennismanagement, competentie management en gedrag.

De methodologie is afgestemd op de methodologie die gebruikt werd voor de basisvoorwaarden voor LTO (LTO-Preconditions).

Dit is een algemeen overzicht van de aanpak:



Figuur 15: aanpak voor kennismanagement, competentie management en gedrag

### 3.5.5 Interactie met andere methodes, projecten of domeinen

Competentie, kennis en gedrag zijn gebruikelijke thema's tijdens periodieke veiligheidsherzieningen (PSR's). Ze zijn gedeeltelijk opgenomen in Veiligheidsfactor 10: Organisatie en administratie, en in Veiligheidsfactor 12: Menselijke factoren. Ze komen ook prominent naar voren in het LTO-Project.

## 4 Gedetailleerde resultaten van de studie

### 4.1 Basisvoorwaarden

De effectiviteit van de huidige programma's, processen en documenten rond basisvoorwaarden in Doel 1&2 is geanalyseerd. In de volgende paragrafen worden de resultaten gegroepeerd per onderwerp.

#### 4.1.1 Onderhoud

In het kader van het LTO-Project is in Doel 1&2 een analyse van de effectiviteit van het huidige onderhoudsproces uitgevoerd. Deze evaluatie toont aan dat het proces Onderhoud van Doel 1&2 voldoet aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen van het IAEA, als:

Eenzijds, er rekening gehouden wordt met de geplande aanpassingen en verbeteringen van het LTO-Verouderingsbeheer:

- De aspecten van de veroudering worden in aanmerking genomen in LTO-Verouderingsbeheer via de implementatie en uitvoering van de ontwikkelde AMP's (Ageing Management Programs).
- De conclusies van de AME's (Ageing Management Evaluations) in het kader van LTO-Verouderingsbeheer, waarbij er wordt verwezen naar de toepasselijke AMP's worden uitgevoerd.

En anderzijds, de volgende acties ondernomen worden, voorafgaand aan LTO:

- Afwerking van het lopende RCM-project met finale integratie in het bestaande onderhoudsproces
- Afwerking van het lopende project 'nazicht van bestaande RSQ's en integratie in onderhoudsprogramma's'
- Afwerking van het lopende project 'preventief onderhoud op wisselstukken'
- Proactieve screening en aanschrijven van leveranciers, zodat de beschikbaarheid van QA-gekwalficeerde componenten gegarandeerd blijft gedurende de verlengde uitbatingsperiode van Doel 1&2
- Na evaluatie van pilootproject op Doel 1&2 en Tihange 1: implementatie van de conclusies ter verbetering van MOVAT-testen, indien nodig

#### 4.1.2 Kwalificatie van uitrustingen

Het proces Kwalificatie van Uitrustingen is uitgevoerd op Doel 1&2 in het kader van het LTO-Project. Deze evaluatie toont aan dat Kwalificatie van uitrustingen van Doel 1&2 voldoet aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen van het IAEA, als er rekening gehouden wordt met:

- Enerzijds, de geplande aanpassingen en verbeteringen van het LTO-domein Veroudering:
  - De aspecten van de veroudering worden in aanmerking genomen in LTO-Verouderingsbeheer via de implementatie en uitvoering van de ontwikkelde AMP's (Ageing Management Programs).
  - De conclusies van de AME (Ageing Management Evaluations) in het kader van LTO-Verouderingsbeheer, waarbij er wordt verwezen naar de toepasselijke AMP's worden uitgevoerd.
- Anderzijds, de volgende acties ondernomen worden, voorafgaand aan LTO:
  - Afwerking van het lopende project 'nazicht van bestaande RSQ's en integratie in onderhoudsplannen'.
  - Het actieplan voor het oplijsten van de elektrische kabels en connectoren wordt opgenomen.

De toepassing van het proces en programma zijn onderworpen aan het continu verbeterproces. De mogelijke openstaande acties en aanbevelingen n.a.v. audits zijn lopende en worden afgewerkt volgens de overeengekomen planning. Elke vastgestelde afwijking ten opzichte van de vereiste kwalificatie wordt gerapporteerd en behandeld als een niet-conformiteit.

#### 4.1.3 In-service Inspection (ISI)

In het kader van het LTO-Project is er een analyse van de toestand en de effectiviteit van het 'In-Service Inspection'-programma (ISI) uitgevoerd op Doel 1&2.

Deze evaluatie toont aan dat de 'in-service inspections' van Doel 1&2 voldoen aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen van het IAEA, indien er rekening gehouden wordt met de geplande aanpassingen en verbeteringen van het LTO-domein Veroudering.

- De aspecten van de veroudering worden in aanmerking genomen in LTO-Verouderingsbeheer via de uitvoering van de 'AMP M1: Doel 1&2 - Ageing Management Program 001 - ASME Section XI Inservice Inspection - Subsections IWB, IWC, and IWD'.
- De conclusies van de AME's in het kader van LTO-Verouderingsbeheer waarbij er wordt verwezen naar de AMP M1, worden uitgevoerd.

De toestand van het proces en de bijhorende documentatie zijn toereikend als basisvoorwaarde voor LTO als de hierboven vermelde verbeteringen in het kader van LTO-Verouderingsbeheer adequaat worden uitgevoerd .



Uit de analyse blijkt het volgende voor de bestaande situatie:

- De ISI programma's worden in overleg met de erkende agentschappen en autoriteiten opgesteld.
- De operationele ervaring en het ontwerp van de centrale worden in aanmerking genomen.
- Internationale ervaringen worden geanalyseerd en in aanmerking genomen.
- De naleving van de regelgeving wordt gecontroleerd en elke non-conformiteit wordt gerapporteerd en op passende wijze behandeld.
- De resultaten van de inspecties worden in een gegevensbank opgeslagen en zijn raadpleegbaar.

De uitgevoerde externe audit, de OSART in 2010, heeft geen aanbeveling en geen suggesties in het ISI-gebied gedefinieerd.

#### **4.1.4 Toezicht en monitoring**

In het kader van het LTO-Project is er een analyse van de effectiviteit van het huidige proces Toezicht en Monitoring uitgevoerd op Doel 1&2.

Deze evaluatie toont aan dat Toezicht en monitoring van Doel 1&2 voldoet aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen van het IAEA, indien er rekening gehouden wordt met de geplande aanpassingen en verbeteringen van het LTO-domein Veroudering:

- De aspecten van de veroudering worden in aanmerking genomen in LTO-Verouderingsbeheer via de implementatie en uitvoering van de ontwikkelde AMP's (Ageing Management Programs).
- De conclusies van de AME's (Ageing Management Evaluations) in het kader van LTO-Verouderingsbeheer, waarbij er wordt verwezen naar de toepasselijke AMP's worden uitgevoerd.

Anderzijds, moeten de volgende acties ondernomen worden, voorafgaand aan LTO:

- Toepassing van het System Health Reporting-proces (SHR) op de belangrijkste systemen en structuren in scope voor LTO-Verouderingsbeheer
- Striktere en meer doelgerichte opvolging van de correctieve acties, voortkomend uit de SH-rapportering
- Verdere uitwerking van de KPI's verbonden met het SHR-proces
- Afwerking van het lopende RCM-project met finale integratie in het bestaande onderhoudsproces
- Na evaluatie van pilootproject op Doel 1&2 en Tihange 1: implementatie van de conclusies ter verbetering van MOVAT-testen, indien nodig
- Afwerking van het lopende project nazicht bestaande RSQ's en integratie in onderhoudsplannen

De toestand van het proces en de bijhorende documentatie zijn toereikend als basisvoorwaarde voor LTO, indien de hierboven vermelde verbeteringen in het kader van LTO-Verouderingsbeheer adequaat worden uitgevoerd.

#### 4.1.5 Chemisch toezicht

In het kader van het LTO-Project is er een analyse van de effectiviteit van het huidige proces Chemisch Toezicht uitgevoerd op Doel 1&2. Deze evaluatie toont aan dat Chemisch toezicht van Doel 1&2 voldoet aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen van het IAEA, als er rekening gehouden wordt met de geplande aanpassingen en verbeteringen van het LTO-domein Veroudering:

- De aspecten van de veroudering worden in aanmerking genomen in LTO-Verouderingsbeheer via de uitvoering van de 'AMP M2: Water Chemistry' voor Doel 1&2.
- De conclusies van de AME's (Ageing Management Evaluations) in het kader van LTO-Verouderingsbeheer, waarbij er wordt verwezen naar AMP M2, worden uitgevoerd.

De toestand van het proces en de bijhorende documentatie zijn toereikend als basisvoorwaarde voor LTO, indien de hierboven vermelde verbeteringen in het kader van LTO-Verouderingsbeheer adequaat worden uitgevoerd.

Uit de analyse blijkt het volgende voor de bestaande situatie:

- De geïmplementeerde guidelines en programma's worden volgens de internationale normen (EPRI) opgesteld.
- De operationele ervaring en het ontwerp van de centrale worden in aanmerking genomen.
- De naleving van de specificaties wordt gecontroleerd en trending op lange termijn wordt uitgevoerd.

De OSART-audit in 2010 heeft geen aanbeveling noch suggesties gedaan in verband met Chemisch Toezicht.

Geen specifieke maatregelen zijn in te voeren in het kader van deze basisvoorwaarde.

#### 4.1.6 Configuratiemanagement (CM)

In het kader van het LTO-Project is er een analyse van de toestand en de effectiviteit van het proces Configuratiemanagement (CM) uitgevoerd op Doel 1&2.

De voornaamste objectieven in dit CM-proces zijn:

- Verzekeren dat de bestaande fysieke configuratie van de installatie en de uitbatingsvoorwaarden voldoen aan de Design & Licensing Base (DLB)
- Verzekeren dat de documentatie de bestaande configuratie van de installatie en de ontwerpbasis correct beschrijft

De evaluatie toont aan dat het huidige proces voor configuratiemanagement op Doel 1&2 kan voldoen aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen van het IAEA.

De vereisten voor configuratiemanagement tijdens de levensduur van de centrales blijken ook geëvolueerd te zijn en veeleisender dan tijdens de constructiefase en de aanvangsjaren van de exploitatie. Dit heeft er toe geleid dat informatie met betrekking tot de ontwerpbasis en wijzigingen soms onvoldoende gedocumenteerd is of moeilijk terugvindbaar. Dit is ook het geval voor gegevens over de configuratie van SSC in Doel 1&2. Om hieraan tegemoet te komen zijn er specifieke programma's opgestart om ontbrekende gegevens opnieuw samen te stellen (zoals rond kabels en RSQ's). Dit gebeurt in het kader van het systematisch nazicht van de toestand en de levensduur van de SSC binnen de scope van LTO-Veroudering. Indien nodig, kan dit nazicht leiden tot het voorzien van hun vervanging.

In 2010 werd een Electrabel-werkgroep samengesteld op corporate niveau en in samenwerking met de nucleaire sites, met als doel de globale performantie van het proces Configuratiemanagement te verbeteren.

In 2011 is dit proces grondig geëvalueerd. Steunend op de gestelde criteria en op de operationele ervaring zijn er initiatieven opgestart en acties gedefinieerd om het verbeteringstraject te ondersteunen:

- Het proces Configuratiemanagement is ingevoerd in Doel 1&2. Het is ondersteund door vier belangrijke subprocessen: het beheer van wijzigingen, het beheer van de documentatie, het beheer van aankopen en kwaliteitscontrole. Deze processen worden onderworpen aan systematische kwaliteitscontroles.
- Belangrijke rollen zijn gedefinieerd, zoals de rol 'Design Authority', die ingevuld wordt door het Departement Engineering van Kerncentrale Doel en de rol van 'Responsible Designer', die ingevuld wordt door Tractebel Engineering. Deze rollen zijn ingevuld, en zullen formeler geïmplementeerd worden.
- In de subprocessen wijzigingsbeheer en documentatie worden belangrijke aanpassingen ingevoerd:
  - In de eerste fase van een wijzigingsvoorstel wordt een Design Basis-document ( 'note d'hypothèse' ) opgesteld. Indien nodig, wordt de Design Basis opnieuw samengesteld (opzoeken van de ontwerpgegevens, uitvoering van de nodige veiligheidsanalyses, identificatie van de toepasbare regels en normen).
  - De 'design input' wordt aan een onafhankelijk nazicht (independent review) onderworpen, net als de output na de engineeringfase.
  - De toelating om een wijziging uit te voeren wordt slechts gegeven nadat de kritiek noodzakelijke documenten goedgekeurd zijn.
- De competentie van de project engineers wordt uitgebouwd via opleiding en certificering.
- De kwaliteitscontrole en het nazicht worden verder verbeterd.

De toestand van het huidig proces Configuratiemanagement op Doel 1&2 en de bijhorende documentatie zijn toereikend als basisvoorwaarde voor LTO, mits bovenstaande initiatieven en acties verder worden uitgevoerd.

#### 4.1.7 Wijzigingsbeheer

Een analyse van de effectiviteit van het huidige proces Beheer van wijzigingen is uitgevoerd op Doel 1&2 in het kader van het LTO-Project.

Deze evaluatie toont aan dat 'Beheer van wijzigingen' van Doel 1&2 voldoet aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen het IAEA. De toestand van het proces en de bijhorende documentatie zijn toereikend als basisvoorwaarde voor LTO.

Het wijzigingsproces en vooral de toepassing van het proces zijn onderworpen aan het continu verbeterproces. De openstaande acties en aanbevelingen n.a.v. externe en interne audits zijn lopende en worden afgewerkt volgens de overeengekomen planning.

#### 4.1.8 Originele TLAA's

In het kader van het LTO-Project is er een analyse van de toestand van de TLAA voor Doel 1&2 uitgevoerd. Daarbij wordt de behandeling van de TLAA voor Doel 1&2 getoetst aan de criteria van het IAEA. Deze evaluatie toont aan dat de behandeling van de TLAA van Doel 1&2 momenteel grotendeels, maar nog niet volledig, voldoet aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen het IAEA.

Uit de analyse blijkt het volgende voor de bestaande situatie:

- Alle ondersteunende documenten met betrekking tot de TLAA bevatten de hypothesen die verbonden zijn met levensduurbepanking. Een aantal herziene of nieuwe studies zijn nog niet in de huidige versie van het Veiligheidsrapport opgenomen.
- De diverse analyses geven ofwel de levensduur van het component aan, ofwel de aard en het aantal transiënten waaraan het component onderworpen mag worden, ofwel de lengte van de exploitatieperiode waarop de TLAA betrekking heeft.
- Ten opzichte van het begin van de uitbating van Doel 1&2 is de lijst van TLAA uitgebreid met volgende onderwerpen:
  - 'Fatigue Crack Growth'-studies die uitgevoerd worden in 'Defect Tolerance Analyses' en 'Leak-Before-Break Analyses'
  - Thermische verbrossing van gegoten austenitische roestvast-stalen componenten van de primaire kring
  - De 'TLAA Fatigue' werd in de loop der jaren gevoelig uitgebreid, zowel wat betreft de beschouwde componenten (o.a. warmtewisselaars CV-kring en voedingswaterleidingen), als wat betreft de beschouwde fenomenen (Insurge/Outsurge transiënten in het drukregelvat en thermische stratificatie)
- Voor alle TLAA blijven alle veiligheidsmarges behouden gedurende de volledige periode van LTO, behalve voor vermoeiing in enkele zones van het drukregelvat en in de regeneratieve warmtewisselaar. Een actieplan dient opgesteld te worden voor het beheer van vermoeiing in deze uitrustingen tijdens de periode van verlengde uitbating.
- De LTO-basisvoorwaarde Kwalificatie van uitrustingen wordt behandeld.

Er kan besloten worden dat, als de met dit onderwerp verbonden acties met succes worden uitgevoerd, de toestand van de TLAA en de bijhorende documentatie toereikend zullen zijn als basisvoorwaarde voor LTO.

De herevaluatie en aanpassing van de oorspronkelijke TLA in functie van LTO is ook een belangrijk onderdeel van het domein LTO-Veroudering.

#### 4.1.9 Veiligheidsrapport en andere LBD

In het kader van het LTO-Project werd er een analyse uitgevoerd in verband met de behandeling van het Veiligheidsrapport van Doel 1&2 en de andere vergunningsdocumenten voor Doel 1&2.

Updates van het Veiligheidsrapport worden uitgevoerd naar aanleiding van de tienjaarlijkse herzieningen (PSR's) en als onderdeel van het wijzigingsproces.

Uit deze evaluatie blijkt dat de toestand van het Veiligheidsrapport van Doel 1&2 toereikend is en voldoet aan de gehanteerde criteria gebaseerd op de verwachtingen van het IAEA, in zoverre de volgende vereisten uit de strategienota van het FANC [1] worden gerespecteerd:

- Indienen van LTO-documentatie betreffende de herevaluatie van het ontwerp en het verouderingsbeheer tegen eind 2011
- Indienen in 2015 van een finaal syntheseverslag van de vierde periodieke veiligheidsherziening (PSR 4) die de conclusies van het LTO-Project beschrijft en een revisie van of een supplement aan het Veiligheidsrapport tegen 2015

In het kader van continue verbetering wordt er gestreefd naar een verbetering van de kwaliteit van de updates aan het Veiligheidsrapport en de tijdige aanpassing van het Veiligheidsrapport in overeenstemming met de uitgevoerde wijzigingen aan de installatie.

## 4.2 Verouderingsbeheer

De methodologie, zoals beschreven in hoofdstuk 3.3 is toegepast en leidt tot de onderstaande resultaten voor de verschillende onderdelen van LTO-Veroudering ('LTO-Ageing').

### 4.2.1 Scoping

De SSC in scope voor LTO-Veroudering zijn bepaald volgens de criteria van de 10 CFR 54.4 [2]. Deze criteria kunnen op eenvoudige wijze als volgt worden samengevat:

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

De scoping van de verschillende technische domeinen ('Piping System-analyse', 'Structurele Analyse' en 'EI&C-analyse'), aangevuld met de 'Analyse van de specifieke functies', bepaalt de SSC waarvoor het beheer van de mogelijke verouderingsverschijnselen gerealiseerd is.

De interactie tussen de verschillende domeinen en de exhaustiviteit van de scopingresultaten zijn aangetoond door het uitvoeren van cross-checks.

Onderstaande lijst geeft een opsomming van alle kringen waarvoor minstens één van de SSC aan minstens één criterium voldoet, en daarom in de scope van LTO-Veroudering opgenomen is.

### Piping System-analyse

Onderstaande tabel geeft alle mechanische of fluidumsystemen die in scope zijn voor LTO-Veroudering.

Acroniem	Systeem
AFW	Hulpvoedingswaterkring
AS	Hulpstoomkring
BD	Spuikring stoomgenerator
BR	Boorrecyclage
CC	Tussenkoelkring nucleair
CF	IJswaterkring
CS	Staalname nucleaire hulpkringen
CV	Chemische en volumetrische controlekring
DW	Ontgast gedemineraliseerd water-primair
EC	Noodtussenkoelkring GNS
EDA	Perslucht dieselgroepen GNS
EDF	Fuelkring dieselgroepen GNS
EDK	Koelwaterkring dieselgroepen GNS
EDO	Smeeroliekring dieselgroepen GNS
EF	Noodvoedingswaterkring GNS
EI	Noodregelperslucht GNS
EV	Ventilatie GNS
FE	Brandweerkring
FP	Finger print
FW	Voedingswaterkring
GA	Gasanalyse
GW	Gaseffluenten
HR	Waterstofrecombinatoren
IA	Regelpersluchtkring
LW	Vloeibare effluenten
MS	Hoofdstoomkring
MW	Niet-ontgast gedemineraliseerd water
NI	Stikstofkring
PA	Werkpersluchtkring

<b>Acroniem</b>	<b>Systeem</b>
PB	Boorzuuurbereiding
PL	Stoekerdokkring
PR	Drukregelvat
PS	Primaire staalnamekring
RC	Reactorkoelkring
RJ	Nooddichtingswater primaire pompen GNS
RM	Radioactiviteitsmetingen en stralingscontrole
RW	Ruwwaterkring
SC	Stilstandskoeling
SI	Veiligheidsinjectie
SP	Sproeikring reactorgebouw
SS	Secundaire staalname kring
TR	Splijstof transfertsysteem
TW	Stadswaterkring
VE	Ventilatie
VP	Ventilatie controlezaal
VS	Ventilatie onderkant GNH

Dit betekent ook dat de structuren en de EI&C SSC verbonden met de opgelijste fluidum-systemen ook in scope zijn voor LTO-Veroudering, in zoverre ze bijdragen tot het vervullen van de functie waarvoor deze systemen of gedeelte van systemen worden beschouwd.

**Structurele analyse**

De structuren en hun componenten worden in scope voor LTO-Veroudering genomen als ze:

- Zelf een veiligheidsfunctie vervullen (criterium 1), of
- Bijdragen tot de functie van bovenstaande mechanische SSC in scope voor LTO-Veroudering (criterium 1, 2 en 3), of
- Bijdragen tot de functie van onderstaande EI&C SSC in scope voor LTO-Veroudering (criterium 1, 2 en 3), of
- Zelf rechtstreeks bijdragen tot een specifieke functie (criterium 3), of
- Bij degradatie door veroudering een potentieel gevaar vormen voor veiligheidsgebonden SSC (criterium 2)

Deze structuren worden bepaald en gegroepeerd op basis van structuur types in overeenstemming met NUREG-1800 [15].

Onderstaande tabel geeft alle structuren die in scope zijn voor LTO-Veroudering.

<b>Structuurtype</b>	<b>Beschrijving</b>
Category 1 structures	Interne structuren van de reactorgebouwen (RGB) Doel 1&2
	Secundair omhulsel van de reactorgebouwen
	Gebouw Nucleaire Hulpdiensten (GNH)
	Gebouw Noodsystemen (GNS)
	Bijgebouw Reactor Doel 1 & 2 (BAR)
	Gebouw Elektrische Hulpdiensten (GEH) en bijhorende elektrische galerijen
	Ruw Water Koeltoren (RWK)
	Gebouw mechanische hulpdiensten (GMH) en bijhorende elektrische galerijen
	Het nieuwe dieselgebouw dat in 2009-2010 werd gebouwd (DGG)
	Ondergrondse Verbindingsgalerijen (OVG 1a & 1c)
Primary containment structure	Primair containment Materiaalpoort Hoofdsas Noodsas
Intake structures	Circulatiewaterkringloop (CW)
	Bescherming tegen overstromingen
Non Category 1 Structures within the scope of LTO	Diverse metalen structuren 'other non-category 1 structures'
	MW: Ondergrondse galerijen en pompstation
	Machinezal (MAZ)
	Bescherming tegen overstromingen



<b>Structuurtype</b>	<b>Beschrijving</b>
Equipment support & foundation	Funderingen van de brandstoftanks voor de GMH- en DGG-diesels.
	Funderingen van de MW-reservoirs
	Funderingen van de RWST's
Structural Bellows	Doorvoeringen van het containment
Controlled Leakage Doors	Lekdichte deuren
Penetration Seals	Doorvoeringen van het containment
Compressible joints & seals	Samendrukbare dichtingen
Offgas stack and flue	Schoorstenen RGB Doel 1&2 en GNH
Fire barriers	Vuurbestendige barrières
Pipe whip restraints and Jet Impingement Shields	Remklemmingen op pijpleidingen en schermen tegen waterstralen
E/I&C Penetration Assemblies	EI&C doorvoeringen van het containment
Instrumentation Racks, Frames, Panels and Enclosures	Instrumentatiekasten
	Instrumentatieracks
Electrical Panels, Racks, Cabinets and other Enclosures	Elektrische borden
	Elektrische kasten
Cable trays & supports	Kabelladders Draagstructuren van de ventilatiesystemen en de dieselgroepen
Conduits	Kabelgoten
Tubetracks	Kabelbuizen
ASME Class 1 Hangers and Supports	ASME Klasse 1 steunen Steunen met veerpot
Non-ASME Class 1 Hangers and Supports	ASME Klasse 2 & 3 steunen
	Steunen met veerpot
	Niet ASME steunen
Snubbers	Snubbers
Load Handling systems	Hijswerktuigen en opslagsystemen

**EI&C-analyse**

Wat betreft de analyse voor elektrische en instrumentatieuitrustingen werden commodity-groepen gedefinieerd in overeenstemming met NEI 95-10 [16].

De EI&C-systemen en hun componenten worden in scope voor LTO-Veroudering genomen als ze:

- Zelf een veiligheidsfunctie vervullen (criterium 1), of
- Bijdragen tot de functie van bovenstaande mechanische SSC in scope voor LTO Ageing (criterium 1, 2 en 3), of
- Zelf rechtstreeks bijdragen tot een specifieke functie (criterium 3), of
- Zij bij degradatie door veroudering een potentieel gevaar vormen voor veiligheidsgebonden SSC (criterium 2)

Onderstaande tabel toont de commodity-groepen met componenten in scope voor LTO-Veroudering.

<b>Commodity group</b>	<b>Component types</b>	<b>Beschrijving</b>
73	Alarm Unit	Alarminstallaties
74	Analyzers	Metingen van vochtigheid, waterstof en toxische gassen
76	Batteries	Batterijen
77	Cables and Connections, Bus, electrical portions of Electrical and I&C Penetration Assemblies	Kabels en elektrische verbindingcomponenten
78	Chargers, Converters, Inverters	Gelijkrichters, wisselrichters en stabilisatoren
79	Circuit Breakers	Vermogenschakelaars
80	Communication equipment	Het telefoonsysteem, het omroepsysteem, het intercomsysteem en de walkie-talkies gebruikt in geval van brand
81	Electric Heaters	Elektrische verwarmingsweerstand
82	Heat Tracing	Tracingkringen waarbij het warmhouden van het fluidum in de leiding een veiligheidsfunctie is en waarbij niet via andere, geklasseerde tuigen een gelijkaardig effect kan gerealiseerd worden
83	Electrical Controls and Panel Internal Component Assemblies	Controlepanelen, relaiskasten en verwerkingskasten die zich in de relaiszalen, hulpcontrolezalen, hoofdcontrolezaal, noodcontrolezaal GNS en diesellokalen GNS bevinden.
84	Elements, RTDs, Sensors, Thermocouples, Transducers	Temperatuursensoren gebaseerd op weerstandsmeting en thermokoppels.
85	Fuses	Zekeringen en zekeringhouders

<b>Commodity group</b>	<b>Component types</b>	<b>Beschrijving</b>
86	Generators, Motors	Generatoren van diesels en motoren van draaiende tuigen en aandrijvingen van afsluiters waarvoor elektrische aandrijving vereist is
87	High voltage insulators	Hoogspanningsisolatoren
88	Surge arresters	Overspanningsafleiders (beschermingstoestellen voor hoogspanningsmateriaal)
89	Indicators	Aanduidingen (o.a. druk en peilaanduidingen, en diverse meetparameters).
92	Loop controlers	Regelaars met terugkoppeling.
95	Radiation Monitors	Instrumentatieketens voor detectie en meting van radioactiviteit
96	Recorders	Registreerapparaten
97	Regulators	Spanningsregelaars (van de starttransformatoren)
98	Relays	Relais
100	Solenoid Operators	Pneumatisch of via solenoide aangedreven afsluiters
101	Solid-State Devices	Elektronische componenten en modules op basis van halfgeleiders, met of zonder geprogrammeerde logica of processoren of (micro-) computers.
102	Switches	Druk-, verschildruk-, peil-, temperatuur- en debietschakelaars om druk, debiet, temperatuur en peil te regelen of om alarmen en acties te genereren en de limitswitchen voor de indicatie van de positie van de afsluiters
103	Switchgear	Elektrische schakelborden
104	Transformers	Vermogentransformatoren en meettransformatoren
105	Transmitters	Druk- en verschildruktransmitters gebruikt om druk, debiet, positie, snelheid en peil te meten.
128	Pressure reducer	Stroom/Druk-omvormers, klepstandstellers, ontspanners en boosters van de pneumatische aandrijving van afsluiters en registers.
129	Instrumentation tubing	Leidingen, koppelingen, manifolds, flexibels en verbindingen die behoren bij de uitrustingen die in CG100, CG 102 Switches, en CG 128
131	Packages	Functionele eenheden

### Analyse van specifieke functies

De specifieke functies hebben betrekking op de volgende vijf categorieën van reglementaire vereisten: brandbescherming, omgevingskwalificatie, thermische schokken onder druk (Pressurized Thermal Shock, PTS), transiënten zonder noodstop (Anticipated Transient Without Scram, ATWS) en het totaal verlies van de elektrische voedingen (Station Blackout, SBO).

- De SSC die met de specifieke functies verbonden zijn, worden bijkomend in scope genomen voor criteria 3.
- De reglementaire vereiste voor omgevingskwalificatie is enkel van toepassing in het domein EI&C en is meegenomen via het RSQ-proces.
- De reglementaire vereiste voor 'Pressurized Thermal Shock' is enkel van toepassing op het reactorvat, en wordt behandeld in het domein mechanische systemen bij het AMP 'Reactor Pressure Vessel Surveillance'.

Onderstaande tabel geeft voor de overige drie reglementaire vereisten weer welke de specifieke functies zijn die bijkomend geanalyseerd zijn in de drie domeinen. De kruisjes duiden de impact aan van het in beschouwing nemen van de desbetreffende specifieke functie op de bovenstaande analyses of op de scopingresultaten van de drie technische domeinen.

Specifieke reglementaire vereisten	functie	Mechanisch	EI&C	Structuren
Brandbescherming	Brandcompartimentering	X	X	X
	Branddetectie & controlebediening	-	X	X
	Brandbestrijding	X	X	X
Anticipated Transient Without Scram (ATWS)	Het AMSAC-systeem is bedoeld om het risico van een ATWS onder een aanvaardbaar niveau te brengen.	X	X	-
Station Blackout	Subcriticality - Instandhouding van de subkritikaliteit	X	X	X
	Core cooling - Koeling van de kern	X	X	X
	Heat sink - Afvoer van de restwarmte uit de primaire kring	X	X	X
	Primary integrity - Integriteit van de primaire kring (RCPB) en regeling van de druk	X	X	X

<b>Specifieke reglementaire vereisten</b>	<b>functie</b>	<b>Mechanisch</b>	<b>EI&amp;C</b>	<b>Structuren</b>
	Primary inventory - Instandhouding van de waterinventaris van de primaire kring	X	X	X
	Containment integrity	X	X	X

### **Cross-check**

Om de volledigheid te garanderen, werd een cross-check uitgevoerd tussen de domeinen.

De nauwe samenwerking tussen de verschillende domeinen gedurende de verschillende fasen van de LTO-Verouderingsanalyses heeft ertoe bijgedragen dat de gevolgen van de cross-check op het uiteindelijke resultaat beperkt gebleven zijn.

De verschillende uitgevoerde cross-checkanalyses zijn in onderstaande tabel weergegeven.

	<b>Domein 1</b>	<b>Domein 2</b>
<b>1</b>	Mechanische systemen en componenten	EI&C-systemen en componenten
<b>2</b>	Mechanische systemen en componenten	Structuren
<b>3</b>	EI&C-systemen en componenten	Structuren
<b>4</b>	Mechanische systemen en componenten – actief deel	Scope RCM
<b>5</b>	EI&C-systemen en componenten – actief deel	Scope RCM

Deze analyse heeft in elk domein slechts enkele componenten opgeleverd die aan de LTO-Veroudering scope zijn toegevoegd, en meegenomen zijn in de verdere verouderingsanalyse

### **Conclusie**

Het resultaat van de scoping-oefening is een lijst van alle componenten die in aanmerking komen voor een Ageing Management Evaluatie (AME). Gedurende de periode van verlengde uitbating wordt hun veroudering beheerd door toepasselijke Ageing Management Programs (AMP's) te gebruiken en de geïdentificeerde LTO-actiepunten te realiseren.

#### **4.2.2 Ageing Management Programs (AMP's)**

De AMP's zijn ontwikkeld om de effecten en mogelijke gevolgen van veroudering van systemen en componenten op afdoende wijze te beheren. Deze programma's geven aan hoe zeer langzame verouderingseffecten op passieve systemen en componenten overwaakt kunnen worden, en welke preventieve en correctieve acties genomen moeten worden om een veilige uitbating van de betrokken systemen te garanderen.

De verschillende AMP's, toepasselijk op Doel 1&2, zijn opgesteld. De meeste AMP's zijn conform met deze opgelijst in de code NUREG-1801 [3] voor PWR's. Waar nodig, werden specifieke AMP's voor Doel 1&2 opgesteld.

De bestaande programma's voor onderhoud, testen, inspecties enz. worden coherent gemaakt met deze AMP's.

**Lijst van AMP's conform met NUREG-1801**

<b>AMP</b>	<b>Titel</b>
<b>AMP's in het domein Mechanisch</b>	
M1	ASME Section XI Inservice Inspection, Subsections IWB, IWC and IWD
M2	Water chemistry
M3	Reactor Head Closure Studs
M10	Boric acid corrosion
M11	Nickel-alloy penetration nozzles welded to the upper reactor vessel closure heads of pressurized water reactors
M12	Thermal ageing embrittlement of Cast Austenitic Stainless Steels
M13	Thermal ageing and neutron embrittlement of Cast Stainless Steels
M14	Loose Part Monitoring
M15	Neutron Noise Monitoring
M16	Reactor Pressure Vessel Internals
M17	Flow Accelerated Corrosion
M18	Bolting integrity
M19	Steam Generator tube integrity
M20	Open Cycle Cooling Water System
M21	Closed Cycle Cooling Water System
M22	Boraflex Monitoring
M23	Inspection of Overhead Heavy Load and Light Load (related to refueling) Handling Systems
M24	Compressed Air Monitoring
M26	Fire protection
M27	Fire Water System
M28	Buried Piping and Tanks Surveillance
M29	Aboveground Steel Tanks
M30	Fuel Oil Chemistry
M31	Reactor Pressure Vessel surveillance
M32	One-time Inspection
M33	Selective Leaching
M35	One-Time Inspection of ASME Code Class 1 Small-Bore Piping
M36	External surfaces monitoring
M37	Flux thimble tubes inspection
M38	Inspection of internal surfaces in miscellaneous piping and ducting components

<b>AMP</b>	<b>Titel</b>
M39	Lubricating oil analysis program
<b>AMP's in het domein Structuren</b>	
S1	Steel Containment (ASME Section XI, Subsection IWE)
S3	Component Support (ASME Section XI, Subsection IWF)
S4	Pressure Retaining Components - Leakage (10 CFR Part 50, Appendix J)
S5	Masonry wall program
S6 MS (Mechanical Structures)	Structures Monitoring Program
S6 CW (Civil Works)	Civil Works Monitoring Program
S8	Protective coating monitoring and maintenance program
<b>AMP's in het domein EI&amp;C</b>	
E1	Electrical Cables and Connections Not Subject to 10CFR50.49 Environmental Qualifications Requirements
E2	Electrical Cables and Connections Not Subject to 10CFR50.49 Environmental Qualifications Requirements Used In Instrumentation Circuits
E3	Niet-bereikbare middenspanningskabels niet onderhevig aan de door 10CFR50.49 opgelegde omgevingskwalificaties
E4	Metal Enclosed Busbars
E5	Zekeringhouders
E6	Elektrische kabelverbindingen niet onderhevig aan 10CFR50.49 omgevingskwalificatievereisten

**AMP's specifiek voor Doel 1&2**

<b>AMP</b>	<b>Titel</b>
<b>SAMP's in het domein Mechanisch</b>	
SAMP M103	Feed water line baffle boxes
SAMP M104	Polymers (Elastomers and other synthetic materials)
SAMP M102	Steam Generators – Components other than SG tubes
SAMP M101	Nickel-alloy bottom mounted instrumentation nozzles and welds
<b>AMP's in het domein Structuren</b>	
AMP PSP S2	Concrete containment program
AMP PSP S7	Water Cooling and Water Control Structures Program
AMP PSP S9	Buried and Above Ground Concrete Piping and Gallery Program
AMP PSP S10	Internal structures program (RGB & GNH)

### Conclusie

Er is een duidelijk referentiekader opgezet voor Verouderingsbeheer, conform met de U.S. NUREG-methodologie. Dit laat een gestructureerde en systematische Ageing Management Evaluation toe, voor de passieve componenten in scope voor LTO-Veroudering.

### 4.2.3 Ageing Management Evaluations (AME's)

Voor de SSC in scope voor LTO-Veroudering is het AME-proces doorlopen. Het resultaat van deze evaluatie zijn acties van diverse aard, waarvan de belangrijkste zijn: de versterking van de bestaande onderhoudsprogramma's, de uitvoering van gerichte inspecties en de vervanging van componenten.

De acties worden per technisch domein voorgesteld:

- Mechanische systemen en componenten
- Structuren en componenten
- EI&C-systemen en componenten

#### Mechanische systemen en componenten

Het verouderingsbeheer van de passieve componenten wordt verzekerd door AMP's toe te passen op de systemen in scope.

De voornaamste acties zijn:

Acr.	Systeem	Omschrijving van de acties op het mechanische systeem in scope voor LTO-Veroudering
RC	Reactorkoelkring	Vervanging van reactordeksels
		Inspectie van baffle bolting in interne delen met vervanging indien nodig
		Inspectie van de geleidingsbuizen van de controlestaven. (bovenste en onderste inwendige delen van de reactor)
		Inspectie BMI-penetratie (Bottom Mounted Instrumentation)
		Bijkomende visuele inspecties van boorzuurhoudende leidingen van kleine diameter.
FW	Voedingswaterkring	Periodieke inspectie van de feedwater baffle boxes
PR	Drukregelvat	Bijkomende visuele inspecties van boorzuurhoudende leidingen van kleine diameter.
CV	Chemische en volumetrische controlekring	Bijkomende visuele inspecties van boorzuurhoudende leidingen van kleine diameter.
VE	Ventilatiekring	Inwendige visuele inspectie (evt boroscopie) op 1 van de drainafsluiters.
		Uitvoeren van diktemeting op de tubes van 1 van de verwarmingsbatterijen aanzuiglucht GNH.



<b>Acr.</b>	<b>Systeem</b>	<b>Omschrijving van de acties op het mechanische systeem in scope voor LTO-Veroudering</b>
MW	Niet-ontgast gedemineraliseerd water	Periodiek uitvoeren (elke 5 jaar) van ultrasone diktemetingen van de bodem en wand van de MW-tanks.
		Periodiek verwijderen van isolatie en uitvoeren (elke 5 jaar) van visuele inspecties van het uitwendig oppervlak van de MW-tanks.
		Inspecteren van afsluiters.
EV	Ventilatie GNS	Uitwendige inspectie verdamper.
		Inspectie van de inwendige delen van de ventilatiekanalen.

Het verouderingsbeheer van de actieve componenten wordt verzekerd door hun correcte werking op te volgen. Dit houdt in dat de onderhoudsstrategie van de actieve componenten in scope voor LTO op systematische wijze gescreend is. Waar nodig, zijn de onderhoudsprogramma's aangepast. Een opvolging van de performantie van de actieve componenten leidt daarna tot een permanente bijsturing van de onderhoudsprogramma's, om de correcte werking van de componenten optimaal te garanderen.

De onderhoudsstrategie op actieve componenten van deze systemen wordt geverifieerd door toepassing van de RCM-methodologie. De RCM-analyse leidde tot het volgende:

- 70% van de meer dan 10 000 onderhoudsplannen bleef ongewijzigd.
- Voor 7% van de onderhoudsplannen verlaagde de frequentie.
- Voor 7% van de onderhoudsplannen verhoogde de frequentie.
- 16% nieuwe onderhoudsplannen werd gecreëerd.

### **Structurele componenten**

Het langetermijnverouderingsbeheer van de structurele componenten wordt verzekerd door AMP's toe te passen op de systemen in scope. Hiervoor is voor elke fluidumkring opgenomen in de scope (4.2.1) op systematische wijze nagegaan of de verschillende AMP's (4.2.2) al dan niet van toepassing zijn.

De weerhouden acties worden gecombineerd met de acties bekomen bij het doorlopen van het AME-proces. Deze gecombineerde actielijst laat een correct beheer van de verouderingseffecten op de SSC in scope toe.

De voornaamste acties zijn:

<b>Structuur</b>	<b>Omschrijving van de acties op structuur in scope voor LTO-Veroudering</b>
Vuurbestendige barrières	Uitvoeren van een baseline inspectie Uitvoeren van het testprogramma voor kwalificatie branddeuren
Niet-ASME steunen: steunen, snubbers en steunen met veerpot	Uitvoeren van een baseline inspectie
Kabelladders en steunen	Uitvoeren van een baseline inspectie

<b>Structuur</b>	<b>Omschrijving van de acties op structuur in scope voor LTO-Veroudering</b>
Diverse metalen structuren 'other non-category 1 structures'	Uitvoeren van een baseline inspectie
Elektrische borden en kasten & instrumentatiekasten	Uitvoeren van een baseline inspectie
Ruw water-koeltorens	Renovatie
Machinezal	Renovatie van metalen beplating
Schouw Reactor Gebouw en Gebouw Nucleaire Hulpdiensten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitvoeren van visuele inspectie</li> <li>• Endoscopische inspectie van het intrados</li> <li>• Diktemeting en magnetische controle van de lassen</li> </ul>
Gebouw Nucleaire Hulpdiensten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring van het grondwater</li> <li>• Controle van de zetting en de voegen</li> <li>• Uitvoeren van visuele inspecties, met bijbehorende curatieve acties</li> <li>• Proeven op draagstructuren in gewapend beton en chlorideprofiel-kelders</li> <li>• Monitoring lekdichtheid van desactivatiebekken</li> </ul>
Gebouw Nood Systemen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring van het grondwater</li> <li>• Controle van de zetting en de voegen</li> <li>• Uitvoeren van visuele inspecties, met bijbehorende curatieve acties</li> </ul>

De uitvoering van de baseline-inspectie op de mechanische structuren in scope kan tenslotte aanleiding geven tot de aanpassing van de onderhoudsplannen en/of strategie.

### EI&C-systemen en componenten

Het langetermijnverouderingsbeheer van de EI&C-componenten wordt verzekerd door AMP's toe te passen op de systemen in scope. De weerhouden acties worden gecombineerd met de acties bekomen bij het doorlopen van het AME proces.

Voor de EI&C SSC wordt een specifiek AME-proces gevolgd, ondersteund door het RSQ-proces. Het behoud of de verlenging van de vereiste kwalificatie wordt verzekerd door de uitvoering van de nodige acties (voornamelijk vervangingen en aanpassingen van onderhoudsprogramma's).

Deze gecombineerde actielijst laat een correct beheer van de verouderingseffecten op de SSC in scope toe.

De voornaamste acties zijn:

<b>Commodity Group</b>	<b>Omschrijving van de acties op EI&amp;C systemen en componenten in scope voor LTO-Veroudering</b>
Motors and generators	Vervanging en/upgrade gekwalificeerde 380 V-motoren van pompen, afsluiters en ventilatoren en 6 kV-motoren van pompen
Solid-State Devices	Vervanging van processturingen (Teleperm GNS-VP en SIP)
Radiation Monitoring	Vervanging van instrumentatie van de meetketens in de reactor (SIN) Renovatie en vervanging van RM ketens nodig bij detectie en beheer van incidenten en accidenten
Relays	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vervanging van reactorbeveiligingssysteem (CPR)</li> <li>• Vervanging beveiligingskasten Nooddieselgeneratoren</li> <li>• Vervanging overnameautomaten 6.6kV</li> </ul>
Alarm units	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vervanging van branddetectiecentrale</li> <li>• Vervanging C&amp;B signalisatie en MACQ systeem in de HKZ (draai-en drukknoppen, alarmsignalisatie en beheersysteem)</li> </ul>
Pressure reducers	Vervanging van toebehoren (positionering,boosters,membranen..), van ( $\pm 200$ ) pneumatische en hydraulische aandrijvingen
Circuit breakers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vervanging van elektrische voedingen en schakelaars</li> <li>• Gedeeltelijke vervanging van GNS borden BE-CE-NE</li> <li>• Vervanging van scrambreakers</li> <li>• Gedeeltelijke vervanging van niet veiligheidsgebonden 380V-borden</li> </ul>
Transmitters	Vervanging van ( $\pm 100$ ) 1 <sup>E</sup> gekwalificeerde transmitters

**Conclusie**

Voor alle SSC in de scope van LTO-Veroudering is een evaluatie uitgevoerd van het verouderingsbeheer. Er werd gebruik gemaakt van Ageing Management Programs, conform de NUREG-methdologie, om het verouderingsbeheer te structureren. Waar nodig, werd een specifieke aanpak gevolgd, o.a. voor actieve componenten en gekwalificeerde EI&C-componenten.

**De analyse van het verouderingsbeheer heeft geen enkel technisch obstakel geïdentificeerd voor verlengde uitbating, mits implementatie van de AMP's en uitvoering van de actieplannen.**

**4.2.4 TLAA's**

De veiligheidsstudies die in de tijd begrensde veronderstellingen (TLAA's) bevatten, zijn gebaseerd op een vastgestelde levensduur van de centrale.

In het kader van LTO zijn een evaluatie en een herziening van de originele TLAA's en enkele nieuw geïdentificeerde TLAA's uitgevoerd, om na te gaan of zij geldig blijven bij een levensduur van minimaal 50 jaar.

Onderstaande tabel geeft voor elke TLAA die van toepassing is op Doel 1&2 weer of deze TLAA reeds beschouwd werd bij de bouw van de centrale, of hij in de periode tussen de bouw en deze studie is beschouwd, én of hij in het kader van deze studie is beschouwd. De laatste kolom geeft weer of er een actie gedefinieerd is om de conclusies te bevestigen.

<b>TLAA</b>	<b>Bij bouw centrale</b>	<b>Voorgaande PSR's</b>	<b>In kader van LTO</b>	<b>Actie</b>
Reactor Pressure Vessel Embrittlement	Ja	Ja	Ja	X
Fatigue Crack Growth	Nee	Ja	Ja	-
Thermal Embrittlement of Cast Austenetic Stainless Steel	Nee	Ja	Ja	-
Reactor Cooling Pump Flywheel	Nee	Nee	Ja	-
Crane load cycle limit	Nee	Nee	Ja	-
Fatigue	Ja	Ja (uitgebreid t.o.v. bouw)	Ja	X

Onderstaande tabel geeft de belangrijkste acties weer die uitgevoerd worden om de conclusies van de TLAA's te bevestigen.

<b>TLAA-studie in het kader van LTO</b>	<b>Actie</b>
Reactor Pressure Vessel Embrittlement	Aanpassingen aan de Technische Specificaties om de koude overdrukbeveiliging op elke moment te verzekeren
Fatigue	Opvolging van de methodologie om de omgevingsfactoren in rekening te brengen op de normale vermoeiingsberekeningen, en in het bijzonder op Classe 2 ASME III-componenten zoals de regeneratieve warmtewisselaar
	Bijkomende analyses van vermoeiingsfenomenen ter hoogte van de roestvrijstalen binnenbekleding van het drukregelvat die aan sproeitransiënten onderworpen wordt
	Observatie gedurende één jaar van de transiënten die zich werkelijk voordoen in de sproeileiding en ter hoogte van de bodem van het drukregelvat, ter hoogte van de las van de sproeileiding op het drukregelvat, en van de lassen van de moffen van de verwarmingsweerstand op de bodem van het drukregelvat

### **Conclusie**

Globaal gezien heeft de herevaluatie van de TLAA's het mogelijk gemaakt om te bevestigen dat de beoogde veiligheidsfuncties en veiligheidsmarges in de studies niet overschreden worden en geldig blijven voor de periode van verlengde uitbating, voorzien door LTO.

Er zijn enkele gerichte specifieke acties nodig om de conclusies van de TLAA's te bevestigen.

## **4.3 Evaluatie van het ontwerp**

Het is de bedoeling van dit hoofdstuk om een samenvattend beeld te geven van de voorgestelde ontwerpverbeteringen voor Doel 1&2. De ontwerpverbeteringen werden daarom verdeeld over acht thema's, volgens de veiligheidspunten waaraan er tegemoet wordt gekomen. Deze thema's zijn 'Backup Safety', 'Earthquake', 'Fire', 'Flooding', 'Physical Separation', 'Qualification', 'Severe Accident' en 'System'. Al deze thema's vinden we terug in het uitgebalanceerde voorstel van 'Design Upgrade'.

In volgende paragrafen wordt er voor elk thema aangegeven welke de voorgestelde ontwerpverbeteringen zijn en welke algemene beschouwingen de gemaakte keuzes ondersteunen. De onderstaande bespreking bevat ook de ontwerpverbeteringen die voortkomen uit de weerstandtests [8], uitgevoerd na het ongeval van Fukushima.

Sommige van deze wijzigingen zullen geïmplementeerd worden onafhankelijk van het LTO-project.

### 4.3.1 Thema 'Back-up Safety'

Het thema 'Back-up Safety' bevat de verbeteringen bij de systemen die als back-up dienst kunnen doen voor de eerste-niveau-veiligheidssystemen. Voor Doel 1&2 gaat het onder andere over de noodsystemen, behorend tot het GNS.

Het GNS werd in het kader van de eerste periodieke veiligheidsherziening (PSR 1) specifiek ontworpen om de bescherming, die het oorspronkelijke ontwerp bood tegen interne en externe bedreigingen, in grote mate te versterken.

Het GNS is belangrijk als back-up voor de systemen van het eerste niveau voor een aantal ongevalsscenario's. In die zin is de verhoging van de betrouwbaarheid van het GNS belangrijk voor de vrijwaring van de splijtstofkern.

Concreet wordt er voorgesteld om de betrouwbaarheid van het GNS te verhogen door:

- Het RJ-systeem van elke eenheid te voorzien van een tweede pomp, om het extra betrouwbaar te maken
- Het EF-systeem voor de bijvulling van de stoomgeneratoren te automatiseren om minder afhankelijk te zijn van manuele acties van operatoren
- De AFW-turbopomp seismisch te kwalificeren, te voorzien van een seismische watertoevoer (FE-water) en rechtstreeks bedienbaar te maken vanuit de GNS-controlezaal, zodat deze pomp ook een twee-niveaufunctie krijgt

De betrouwbaarheid van het GNS zal verder verhoogd worden door de kabels van systemen met een GNS-functie meer adequaat te beschermen.

Als resultaat van de weerstandstesten worden er nog een aantal bijkomende ontwerpverbeteringen voorgesteld om de bestaande veiligheidssystemen robuuster te maken ('defence in depth'-principe).

Het betreft meer bepaald:

- Alternatieve voeding (380 V) van veiligheidsgebonden componenten (compressoren, afsluiters, ...) in verschillende gebouwen met nucleaire veiligheidssystemen, gebruikmakend van aangepaste schuiven en kabels
- Alternatieve voeding (380 V) van de gelijkrichters in verscheidene gebouwen met nucleaire veiligheidssystemen, gebruikmakend van aangepaste schuiven en kabels
- 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
- Alternatieve bijvulmogelijkheden van splijtstofdokken (PL-systeem), met zo nodig bijkomende aansluitpunten

### 4.3.2 Thema 'Earthquake'

Onder het thema 'Earthquake' worden de veiligheidspunten gegroepeerd die verband houden met aardbeving en de mogelijke gevolgen ervan.

Na een aardbeving moeten Doel 1&2 in een veilige stilstand gebracht en gehouden kunnen worden. Met het GNS beschikken Doel 1&2 over systemen die speciaal ontworpen zijn om tussen te komen na een aardbeving. We merken op dat de verbetering van de betrouwbaarheid van deze seismisch gekwalificeerde systemen de hoofddoelstelling is binnen het thema 'Back-up safety'.

De mogelijkheid dat een aardbeving lokaal aanleiding geeft tot een brand werd in de evaluatie van het ontwerp van Doel 1&2 als bekommernis aangeduid, omdat het huidige FE-pompstation niet seismisch is. Voor een seismische toevoer van bluswater dient men te rekenen op de FE-pompen van Doel 3.

Om de FE-kring betrouwbaarder te maken, wordt er voorgesteld om een nieuw seismisch FE-pompstation op te richten, met meer performante FE-pompen en met een nieuwe FE-tank.

Bovendien zullen de FE-toevoerleidingen, die helpen om de uitrustingen te beschermen die na een aardbeving nodig zijn, seismisch worden gekwalificeerd. De brandbestrijding na een aardbeving zal gebeuren vanaf hydranten, die vanuit deze leidingen gevoed worden.

Een snelle isolatie van het niet-seismische gedeelte van de FE-kring zal mogelijk worden gemaakt door gemotoriseerde afsluiters te plaatsen, die bedienbaar zijn vanuit de hoofdcontrolezaal en vanuit de GNS-controlezaal.

Het nieuw FE-pompstation zal ook dienen om de AFW-turbopompen van water te voorzien als de normale watertoevoer zou falen. Zie thema 'Back-up Safety'.

Verder komt er binnen het thema 'Earthquake' als ontwerpverbetering uit de weerstandstesten voort om de RWST's van Doel 1 en Doel 2 seismisch te maken.

Deze acties beantwoorden aan het principe 'Defence in depth'.

### 4.3.3 Thema 'Fire'

Onder het thema 'Fire' worden de veiligheidspunten gegroepeerd die verband houden met brandpreventie en brandbestrijding.

In het kader van LTO-Design is er speciaal gekeken naar de brandrisico's in het gebouw BAR en in de machinezaal (MAZ). Het gebouw BAR bevat veiligheidsuitrustingen behorend bij de secundaire kringloop (veiligheidskleppen van stoomgeneratoren, hoofdstoomisolatieafsluiters, ...).

Bij de evaluatie van het ontwerp is er nagegaan of deze veiligheidsuitrustingen afdoende beschermd zijn tegen brand. Om de meest kritische plaatsen te bepalen, is er gesteund op probabilistische methodes.

Het belangrijkste overblijvende brandrisico in het gebouw BAR blijkt afkomstig van de hydraulische sturingen van de niet-veiligheidsgebonden stoomontlastingsafsluiters (VDA's). Er wordt voorgesteld om deze hydraulische sturingen te vervangen door pneumatische sturingen. Daarmee wordt dit brandrisico geëlimineerd.

In de machinezaal bevinden zich de turbo-alternatoren en de grote voedingswaterpompen, allemaal machines die olie bevatten, en ook de waterstofposten. Eliminatie van het brandrisico in de machinezaal is hierdoor onmogelijk. Om het brandrisico in de machinezaal te verminderen, wordt er voorgesteld om de brandbestrijding verder te verbeteren:

- Verbetering van de brandblussing in de machinezaal vergt een nieuw FE-pompstation (zie thema 'Earthquake') en herschikking en uitbreiding van de blussystemen.
- Bijvoegen van scheidingsmuurtjes in de kelder om de horizontale verspreiding van olie te voorkomen zodat gelekte olie overal adequaat afgedekt kan worden met een schuimtapijp

De machinezaal behoort tot het klassiek gedeelte van de installatie.

Voor het nucleair gedeelte van de installatie is het brandrisico vooral opnieuw bekeken vanuit de invalshoek 'fysische scheiding'. Dit leidde tot een aantal ontwerpverbeteringen, zoals die in de gebouwen GEH, GNH, TUR, RGB en BAR: brandbarrières en auto-brandblussing toevoegen en bestaande blussystemen verbeteren, zodat tweede-niveau-kabels meer adequaat beschermd zijn bij brand ter hoogte van de eerste-niveau-kabels. Hierdoor wordt de betrouwbaarheid van tweede-niveau-systemen verhoogd als back-up voor eerste-niveau-systemen.

#### 4.3.4 Thema 'Flooding'

Onder het thema 'Flooding' worden de veiligheidspunten gegroepeerd die verband houden met overstroming van interne of externe oorsprong.

Beveiliging tegen overstroming is een onderwerp van derde periodieke veiligheidsherziening (PSR 3), meer bepaald onderwerp B5. In dit kader zullen er een aantal installatiewijzigingen uitgevoerd worden om het overstromingsrisico verder terug te dringen.

Daardoor zijn de extra ontwerpverbeteringen in het kader van LTO-Design beperkt:

- Resterende leidingen in kunststof in de RW-kelder worden vervangen door leidingen in roestvrij staal. Hierdoor wordt het risico op overstroming, door guillotinebreuken van deze kunststoffen leidingen, in de RW-kelder uitgesloten.
- De afvoermogelijkheid van eventuele lekken aan de SC-kring naar het RGB in de recirculatiefase na ongeval zal worden verbeterd door een bijkomende parallelle isolatieafsluiter te voorzien op de daartoe bestemde containmentdoorvoering.
- Er zullen geklasseerde pompen worden geïnstalleerd om de afvoer van lekken uit de waterdichte kamers te verzekeren tijdens de recirculatiefase na ongeval.
- De LWA-kring zal anders geconfigureerd worden, zodat er geen water meer afgeleid kan worden van de hogere verdiepingen van het GNH naar de SC-kelder.
- Om het risico voor externe overstroming te verminderen, is er voorzien om nieuwe, onderdompelbare pompen te plaatsen op de watervang.
- De bescherming tegen externe overstroming werd ook nader onderzocht in het kader van de weerstandstesten, met als ontwerpverbetering een perimetrische bescherming van de betrokken nucleaire veiligheidsgebouwen tegen wateroverlast.



#### 4.3.5 Thema 'Physical separation'

Onder het thema 'Physical Separation' worden de veiligheidspunten gegroepeerd die verband houden met de fysieke scheiding tussen redundante veiligheidsuitrustingen of ten opzichte van niet-veiligheidsgebonden uitrustingen.

De noodsystemen (GNS) beperken de mogelijke gevolgen van een gelijktijdig verlies van redundante veiligheidsuitrustingen van het eerste niveau. Daarom is het van belang dat GNS-veiligheidsfuncties niet aangetast kunnen worden door de mogelijke faaloorzaken van de uitrustingen van het eerste niveau. Met de onder thema's 'Fire' en 'Flooding' beschreven verbeteringen, worden uitrustingen met een GNS-functie in de veiligheidsgebouwen van het eerste niveau beter beschermd tegen brand en wateroverlast. Uit de evaluatie van het ontwerp van Doel 1&2 blijkt dat deze verbeteringen nog kunnen vervolledigd worden door de elektrische kabels die van belang zijn voor de GNS-veiligheidsfuncties te beschermen tegen een brand in gebouwen van het eerste veiligheidsniveau.

Daarom worden de volgende ontwerpverbeteringen voorgesteld:

- De 6 kV-kabels in het GEH, die de externe voeding van de GNS-borden vanuit het GEH verzekeren, zullen beter fysiek gescheiden worden, opdat, zelfs na een brand in het GEH, de GNS-borden niet noodzakelijk gevoed zouden moeten worden door de GNS-diesels. Dit zal bijdragen tot de betrouwbaarheid van het GNS.
- De overige 6 kV-kabels die een rol spelen bij de uitrustingen met een GNS-functie, namelijk de voedingskabels van de SC-pompen in het GNH, zullen fysiek beter gescheiden worden.
- De brandbeveiliging zal verbeterd worden in het gebouw GNH, de tussenruimte (TUR), het reactorgebouw (RGB) en het gebouw BAR en op alle plaatsen waar een brand aan kabels van eerste-niveau-systemen een impact kan hebben op kabels van systemen met een GNS-functie (zie thema 'Fire': acties op brandblussystemen en brandbarrières).

#### 4.3.6 Thema 'Qualification'

Onder het thema 'Qualification' worden veiligheidspunten behandeld die verband houden met de kwalificatie van mechanische en elektrische veiligheidsuitrustingen.

Niet-veiligheidsgebonden elektrische componenten kunnen op verschillende wijzen falen als ze zich na een ongeval in verslechterde atmosferische omstandigheden bevinden. Daarom is het belangrijk dat hun stroomkringen volledig gescheiden zijn van de stroomkringen van veiligheidsgebonden elektrische componenten. De veiligheidsevaluatie heeft aangetoond dat hier voor de spanningsniveaus van 110 V en 60 V niet altijd aan wordt voldaan. Deze scheiding zal worden doorgevoerd door toevoeging van een aantal bijkomende stroomonderbrekers.

#### 4.3.7 Thema 'Severe accident'

Een 'Severe accident' is een ongeval waarbij er verondersteld wordt dat veiligheidssystemen op grote schaal falen en dat zou kunnen leiden tot een beschadiging van de reactorkern. De druk in het reactorgebouw kan in de loop van een dergelijk hypothetisch ongeval sterk oplopen. Om deze drukopbouw te beheersen, kunnen er bij Doel 1&2 allerlei veiligheidssystemen en niet-conventionele middelen ingezet worden. Indien al deze middelen zouden falen, wordt de integriteit van het containment bedreigd en bestaat er kans op een ongecontroleerde, grootschalige radioactieve lozing.

Om dat te allen tijde uit te sluiten, zullen beide eenheden voorzien worden van een systeem waarmee de radioactieve atmosfeer in het containment op een gecontroleerde en gefilterde wijze naar de omgeving ontlast kan worden. Het containment zal dus uitgerust worden met een systeem voor gefilterde drukontlasting ('Filtered Containment Vent' - FCV).

De opening van deze ontlastingsweg, die in normaal bedrijf en bij ontwerpongevallen gesloten blijft, wordt gezien als de ultieme actie in specifieke situaties en gaat gepaard met andere maatregelen in het kader van het noodplan Doel 1&2.

Er zal een systeem voor gefilterde drukontlasting of 'Filtered Containment Vent' (FCV) geplaatst worden om het containment te beschermen tegen overdruk bij een ongeval met kernsmelting.

De installatie van een FCV komt tegemoet aan de actie van WENRA Reference Level F4.5, namelijk aan "The containment shall be protected from overpressure in a severe accident".

Er moet opgemerkt worden dat aanvullende studies zullen uitgevoerd worden om de precieze technische oplossing vast te leggen, zoals voorzien in de besluiten van de weerstandstesten [8].

#### **4.3.8 Thema 'System'**

Thema 'System' behandelt de verbeteringen aan het ontwerp van specifieke veiligheidssystemen om deze systemen:

- Betrouwbaarder te maken
- Conform te maken met de geëvolueerde regelgeving

In totaal worden er acht ontwerpverbeteringen voorgesteld die vallen onder het thema 'System'.

Drie ontwerpverbeteringen beogen de verhoging van de betrouwbaarheid van de RW-koeltorens als ultieme koudebron. Uitgangspunt van de verbeteringen is dat de RW-koeltorens op korte termijn bijgevuld worden met TW-water en op lange termijn met Scheldewater. Om bijvulling van de RW-koeltorens betrouwbaarder te maken worden de volgende ontwerpverbeteringen voorgesteld:

- Een 'standpipe' voorzien in de TW-tank en de overloop van RW-koeltorens zo aanpassen dat parasitair TW-verbruik (bijvulling korte termijn) voorkomen wordt, zodoende wordt de functie 'ultieme koudebron' betrouwbaarder gemaakt.
- Nieuwe, onderdompelbare pompen plaatsen op de watervang om Scheldewater (bijvulling lange termijn) te leveren aan de RW-koeltorens, zodoende wordt de functie 'ultieme koudebron' betrouwbaarder gemaakt. Nieuwe, geklasseerde leidingen voorzien tussen de watervang en de RW-koeltorens.

Overige ontwerpverbeteringen bij specifieke veiligheidssystemen:

- Een extra openingsvoorwaarde 'Min 2 van de 4 CC-pompen in dienst' bijvoegen voor de bypassafsluiters tussen de CC-lussen, zodat deze afsluiters beter beveiligd zijn tegen ontijdige opening en om nog beter te verzekeren dat de 2 CC-lussen nooit parallel gezet worden als dit niet mag.
- De plaatsing van een parallelle afsluiter bij isolatieafsluiter 1/2SC1 op de SC-aanzuigleiding, om de indienstname van de SC-kring redundant te verzekeren.

- Gerichte verbeteringen om de hoofdcontrolezaal meer lekdicht te maken, zodat de operatoren beter beschermd zijn tegen toxische of radioactieve wolk.
- Extra peilalarmen op de RWST's, zodat ze parallel uitgebaat kunnen worden, en men minder afhankelijk wordt van acties door operatoren.
- Installatie van een tweede klep parallel aan de klep op de 3-duimse leiding, waarlangs er afgezogen wordt uit Tussenruimte (TUR). Op die manier wordt de gefilterde afzuiging nog meer betrouwbaar.

#### 4.4 Competenties, kennis en gedrag

De conclusie of het resultaat over de drie evaluatiedomeinen bestaat uit 3 delen:

**A.** De nucleaire veiligheidscultuur, de processen verbonden met competentiebeheer en -ontwikkeling, in het bijzonder Opleiding en Certificatie, en het ondersteunende gedrag werden in de OSART missie op Doel1&2 van 2010 erkend en gewaardeerd. Verschillende 'good performances' en praktijken werden gerapporteerd.

Deze waardering wordt bevestigd door de zelfevaluatie uitgevoerd in het kader van dit LTO-domein. Hierbij worden de bestaande processen en praktijken gepositioneerd t.o.v. een set van criteria, opgesteld aan de hand van een aantal relevante IAEA-referentiedocumenten.

Er kan besloten worden dat voldaan is aan deze criteria, mits rekening te houden met de actieplannen, zoals beschreven in de delen B en C van deze conclusie

**B.** De lopende actieplannen in het kader van OSART en WANO Peer Review dragen bij tot het adequaat omgaan met de menselijke en organisatorische factoren in functie van de veilige uitbating tijdens de periode van LTO. De follow-up WANO Peer Review en het vooruitzicht op de follow-up OSART bevestigen een belangrijke vooruitgang voor de gerapporteerde verbeterpunten.

Deze actieplannen situeren zich in de volgende domeinen:

- Voor **OSART**:
  - Training: verbeterde ondersteuning van de on-the-job training
- Voor **WANO Peer Review**:
  - 'Organisation and administration': 'management effectiveness' en 'human performance'

In dit domein bestaat er verhoogde aandacht en betrokkenheid van het management om:

- De algemene performantie bij de herkenning van en het antwoorden op 'human performance'-problemen op het terrein te verbeteren
- De procedures adequaat te beheren, te gebruiken en continu te streven naar verbetering wanneer technisch-inhoudelijke tekortkomingen vastgesteld worden, vooral in het kader van Onderhoud
- De 'Human Performance'-tools, als intrinsiek onderdeel van alle dagelijkse activiteiten verder te integreren

- 'Training and Qualification': 'training and qualification leadership'

In dit domein bestaat er verhoogde aandacht en betrokkenheid van het management om de trainingstandaarden en de bijhorende processen verder te verbeteren naar een internationaal erkende standaard.

De actieplannen worden opgevolgd en afgewerkt volgens een planning vastgelegd in de bestaande 'punchlist' en in overeenstemming met de follow-up's van beide assessments.

**C.** De belangrijkste bevindingen van de verdere evaluatie, in het bijzonder van het kennisbeheer in functie van langetermijnutbating zijn:

- De nucleaire 'organisatorische competentie' ('nuclear capability') voor het beheer van de 'Design Basis' en de hiervoor benodigde kennis en kritieke vaardigheden moeten versterkt worden.
- De inzet van beschikbare (of nog te verwerven) kennis, ervaring en vaardigheden m.b.t. de 'Design Basis' moet worden geoptimaliseerd.

Vandaar dat er in het kader van continue verbetering tussen 2012 en 2015 gewerkt zal worden rond deze thema's, eerder inzake de toepassing van het proces dan in definitie zelf van het proces.

Deze verbetering zal vertrekken vanuit een gedeelde, coherente en pragmatisch realiseerbare visie tussen Electrabel en Tractebel Engineering betreffende het beheer van de kennis van de Design Basis zowel in hun eigen organisaties en processen, als op het vlak van samenwerking tussen de betrokken geledingen van beide organisaties.

Hierna worden de verbetermaatregelen weergegeven, die verder zullen worden ontwikkeld en geïmplementeerd in functie van LTO.

Deze maatregelen zijn als volgt gegroepeerd per proces:

Proces	Maatregel
LTO-basisvoorwaarden: beheer van de configuratie	Hier kan verwezen worden naar de conclusies en het actieplan in het kader van de evaluatie van de LTO-basisvoorwaarde Configuratiebeheer, waarbij er gestreefd wordt naar een prestatieverbetering van het proces Configuratiebeheer. Het nemen van deze maatregelen ondersteunt het succes van de volgende maatregelen.
Kennisbeheer Design Basis: ontwikkeling van competenties	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1</b> Een bepaling en implementatie van de vereiste niveaus van kennis van de Design Basis. Deze niveaus zullen worden gebruikt om enerzijds het niveau van vereiste expertise te bepalen bijvoorbeeld voor het vervullen van een specifieke rol in het kader van het wijzigingsproces, en anderzijds bij het vastleggen van opleidingsprogramma's</li> <li><b>2</b> Het identificeren en valoriseren van de Design Basis-experts bij de verschillende partijen met aanduiding van de rollen die deze expertfuncties bijvoorbeeld in het wijzigingsproces kunnen vervullen. Dit veronderstelt een eensgezinde bepaling van de spreiding van de relevante verantwoordelijkheden over de verschillende partijen.</li> <li><b>3</b> Het opstellen en de implementatie van een gezamenlijk uniek opleidingsplan voor de aangeduide Design Basis-experts van Electrabel en Tractebel Engineering in functie van het verwachte niveau en de inzetbaarheid bv. op specifieke entiteiten.</li> </ol> <p>De nadruk bij de bepaling en toepassing van de kennisniveaus ligt op het proces van beheer van wijzigingen. Ook andere processen zoals onderhoud kunnen hierbij aan bod komen.</p>
Beheer van wijzigingen	<p>Het aanpassen van de bestaande procedurele aanpak van het beheer van wijzigingen en ervaringsbeheer, rekening houdende met de bovenstaande maatregelen. Dit houdt bijvoorbeeld in dat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De leerpunten uit projecten op het vlak van installatie, aanpak en werkwijze gedocumenteerd en verwerkt worden</li> <li>• De bestaande procedurele aanpak van wijzigingen vervolledigd wordt met een aangepaste en gerichte inzet/ondersteuning van Design Basis-expertise (zie hierboven).</li> <li>• De risico's bij wijzigingsprojecten vanuit Human Performance-standpunt verminderd worden (m.a.w. een versterkt gebruik van de HU-tools in het wijzigingsproces).</li> <li>• Het vereiste kennisniveau van de Design Basis en de rollen vervuld door de Design Basis-experten vastgelegd worden (zie hierboven).</li> </ul>

## 4.5 Planning

Uit het dossier LTO komen acties van diverse aard.

- **Een aantal van deze acties lopen al.** De systematiek van de System Health Reports, bijvoorbeeld, is al opgestart en wordt nu verder uitgebreid.
- **Een aantal acties wordt meegenomen in het kader van continue verbetering.** De implementatie van die acties wordt nu al bekeken en opgestart. De actieplannen voor TLAA zijn daarvan een voorbeeld. Tijdens de revisie van 2011 van Doel 1 werd reeds bijkomende instrumentatie geplaatst voor Doel 1 zodat de vermoeiing op het drukregelvat beter opgevolgd kan worden.
- **Een aantal eenmalige uit de verschillende AME's wordt opgenomen in de eerstvolgende revisieplanningen.** Op basis hiervan kunnen de verdere onderhoudsactiviteiten vervolgens vastgelegd worden, indien dit nodig mocht blijken.
- **Ook de aanpassingen aan de onderhoudsplannen voor actieve componenten (RCM) zijn aangevat.**
- **Er wordt ook gestart met de voorbereiding van de vervanging van verschillende elektrische uitrustingen,** meer specifiek, met het uitklaren van het beschikbaar houden van de nodige veiligheidsuitrustingen tijdens de vervangingscampagne van de componenten (vervanging binnen/buiten een revisie, gemeenschappelijke stop,...).
  - Bij deze voorbereiding moet ook vermeden worden dat een risico op 'common mode failure' ingebracht wordt.
  - De planning moet rekening houden met de nodige termijnen voor industriële studies, levering van materialen en de uitvoering ervan ter plaatse.
  - Een snelle uitvoering vraagt ook een pragmatische aanpak bij de vervanging van gekwalificeerde componenten. De ervaring leert dat de procedures voor het bekomen van gekwalificeerde uitrustingen met inbegrip van de kwalificatietesten meerdere jaren kunnen vragen. Een periode van vijf jaar voor de renovaties in het domein EI&C is hier zeker nodig.

Een aantal werken, vervangingen of installatiewijzigingen vragen aanzienlijke investeringen voor de verlengde uitbating. Daarom zullen ze pas uitgevoerd worden bij een overeenkomst voor een uitbatingsverlenging van tien jaar.

Sommige van de wijzigingen vragen dermate veel engineering van een gedetailleerd ontwerp, vergunningsstudies, kwalificatie-, aankoop- en realisatieactiviteiten, dat dit kan leiden tot een periode van zeven jaar vóór deze installatie operationeel zal zijn. De vervanging van het reactordeksel is hiervan een specifiek voorbeeld.

## 5 Definities

<b>Term</b>	<b>Definitie</b>
actieve componenten	Zie pagina 36
ageing (veroudering)	Veroudering is de continue degradatie van materialen in de tijd als gevolg van normale gebruiksomstandigheden. Dit omvat de gewone exploitatie en transiënten.
ageing management (verouderingsbeheer)	Een effectief verouderingsbeheer wordt gerealiseerd door bestaande programma's (bv. onderhoud, inspectie in uitbating, toezicht, exploitatie, technische ondersteuning, onderzoek & ontwikkeling) te coördineren zodat: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de effecten van de veroudering adequaat worden opgevolgd en begrepen, en</li> <li>• de componenten worden vervangen of hersteld alvorens de acceptatiecriteria voor een veilige exploitatie zijn overschreden.</li> </ul>
ageing management evaluation (AME) , specifieke ~	Een AME is specifiek als de aanpak verschilt van die in de Verenigde Staten en werd aangepast aan de Belgische context zonder dat de doelstellingen die bij de Amerikaanse referenties horen, in gevaar zijn gebracht. Voorbeeld: de specifieke AME van gekwalificeerde EI&C-componenten is in principe gebaseerd op de Belgische specifieke RSQ-normen.
ageing management evaluation (AME), standaard ~	Zie ook 'IPA'. De AME van systemen, structuren en componenten is vastgelegd na de scoping en omvat de screening, de AMR en de AMP Review. De AME wordt gekenmerkt als standaard omdat de aanpak erg goed lijkt op die in de Verenigde Staten. Toch kan de beoordeling in specifieke gevallen worden aangevuld met specifieke evaluatiemiddelen zoals een risicoanalyse voor de civiele werken (domein: Structuren).
ageing management program (AMP)	De term programma voor verouderingsbeheer wordt doorgaans gebruikt om het algemene proces te beschrijven, de technische en organisatorische elementen die worden ingevoerd voor fysiek verouderingsbeheer op het niveau van de centrale, een systeem, een structuur of een belangrijke component. Een AMP beschrijft in overeenstemming met vooraf bepaalde criteria de specifieke maatregelen die worden getroffen om de mogelijke veroudering van een gegeven SSC-type of een specifiek degradatiemechanisme (bv. het programma voor erosie-corrosie) te beheren. De context maakt doorgaans duidelijk in welke betekenis deze term wordt gebruikt.
ageing, non-physical ~ (veroudering, niet-fysieke ~)	Zie pagina 34
ageing, physical ~ (veroudering, fysieke ~)	Zie pagina 34

Term	Definitie									
beoogde functie	<p>De doelstelling van het luik LTO-Verouderingsbeheer bestaat erin een redelijke verzekering te geven dat de effecten van veroudering op de werking van de hier besproken systemen, structuren en componenten adequaat worden beheerd in overeenstemming met de huidige exploitatievergunning (CLB) van de specifieke centrale en met de voorwaarden van de ontwerpbasis zodat de beoogde functies behouden blijven tijdens de verlengde exploitatieperiode.</p> <p>De beoogde functies definiëren het proces, de staat of de werking van de centrale die moeten worden gerealiseerd met het oog op het uitvoeren of ondersteunen van een veiligheidsfunctie als reactie op een ontwerpgebeurtenis of met het oog op het uitvoeren of ondersteunen van een specifieke vereiste van een van de vijf gereguleerde gebeurtenissen uit §54.4(a)(3). Op systeemniveau kunnen de beoogde functies uitgedacht zijn als de functies van het systeem die de basis vormen voor de opname van dit systeem in de scope van LTO-Verouderingsbeheer zoals gespecificeerd in §54.4(a)(1)-(3).</p> <p>Actieve versus passieve beoogde functie van systemen, structuren en componenten: systemen, structuren en componenten kunnen een actieve en een passieve functie hebben, in overeenstemming met de classificatie van actieve en passieve componenten.</p> <table border="1" data-bbox="628 1016 1455 1196"> <thead> <tr> <th></th> <th data-bbox="751 1016 1102 1066">Functie</th> <th data-bbox="1102 1016 1455 1066">Component</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="628 1066 751 1144">Actief</td> <td data-bbox="751 1066 1102 1144">Doorstroming / isolatie regelen</td> <td data-bbox="1102 1066 1455 1144">Bv. motor, as of klep</td> </tr> <tr> <td data-bbox="628 1144 751 1196">Passief</td> <td data-bbox="751 1144 1102 1196">Drukompuls</td> <td data-bbox="1102 1144 1455 1196">Bv. behuizing, kap, bouten</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>Voorbeeld: gemotoriseerd ventiel</b></p>		Functie	Component	Actief	Doorstroming / isolatie regelen	Bv. motor, as of klep	Passief	Drukompuls	Bv. behuizing, kap, bouten
	Functie	Component								
Actief	Doorstroming / isolatie regelen	Bv. motor, as of klep								
Passief	Drukompuls	Bv. behuizing, kap, bouten								
commodity group	<p>Zie ook componenttype en structuurtype</p> <p>Groeperen van componenten en structuren met het oog op de evaluatie van het verouderingsbeheer. Bij het groeperen baseert men zich op gelijkaardige kenmerken van deze componenten of structuren (gelijkaardig ontwerp, gelijkaardig materiaal ... of gelijkaardige praktijken voor verouderingsbeheer).</p> <p>Deze term wordt vooral gebruikt in het EI&amp;C-domein. Componenttype en commodity groups (term uit NUREG1800) kunnen in de meeste gevallen dezelfde betekenis hebben. Dit zou duidelijk moeten worden aan de hand van de context of de gegeven definitie.</p>									
competentie	Het vermogen van een organisatie of een individu om een taak correct uit te voeren. Beiden worden geëvalueerd.									
component en sub~	Systemen en structuren zijn onderverdeeld in componenten (met subcomponenten). Deze verdeling is afhankelijk van de structuur en de component zelf, van de doelstellingen van de evaluatie van het verouderingsbeheer, en van de specifieke plaatselijke infrastructuur (vooral verschillende materialen ...).									



Term	Definitie
componenttype	Zie ook structuurtype Deze term wordt vooral gebruikt in de domeinen mechanisch en structuren om componenten in te delen of te groeperen met het oog op de AME.
current licensing basis (CLB) (huidige exploitatievergunning)	Exploitatievergunning en de onderliggende bewijsdocumenten m.b.t. de veiligheid, beschreven in de (expliciet) vermelde documenten (zoals het geactualiseerde definitieve Veiligheidsrapport of UFSAR, de samenvattende rapporten m.b.t. de periodieke veiligheidsherzieningen). De CLB omvat de ontwerpbasisdocumenten die gebruikt worden om de veiligheid aan te tonen, alsook de blijvend geldige verbintenissen van de vergunningshouder die werden vastgelegd in geregistreerde vergunningscorrespondentie zoals antwoorden van de vergunningshouder op NRC Bulletins, algemene brieven en uitvoeringsmaatregelen, alsook de verbintenissen van de vergunningshouder gedocumenteerd in veiligheidsevaluaties uitgevoerd door de veiligheidsinstanties of gebeurtenisrapporten van de vergunningshouder.
degradatie door ageing	Verouderingseffecten die ertoe zouden kunnen leiden dat de systemen, structuren en componenten niet langer functioneren binnen de acceptatiecriteria. Enkele voorbeelden zijn verlies van materiaalsterkte door vermoeiing of thermische veroudering, en verlies van diëlektrische sterkte of scheurvorming in de isolatie.
Design (ontwerp)	Het proces en het resultaat van het uitwerken van een concept, gedetailleerde plannen, ondersteunende berekeningen en specificaties voor een centrale en haar onderdelen.
design basis (DB) (ontwerpbasis)	De fundamentele vereisten voor systemen, structuren en componenten die de afgebakende parameters definiëren die ervoor moeten zorgen dat is voldaan aan de vereisten van zowel de eigenaar als de regelgevende instanties. De ontwerpbasis omvat het volgende: ontwerpbasis zoals gedefinieerd in 10 CFR 50.2, 'Informatie die de specifieke functies identificeert die moeten worden uitgevoerd door een structuur, systeem of component van een centrale en de specifieke waarden of het waardebereik die werden gekozen voor de controle van parameters als referentielimieten voor het ontwerp. Deze waarden kunnen (1) beperkingen zijn, afgeleid van algemeen aanvaarde geavanceerde praktijken voor het halen van functionele doelstellingen of (2) vereisten afgeleid van de analyse (op basis van berekeningen en/of experimenten) van de effecten van een verondersteld ongeval waarvoor een structuur, systeem of component moet voldoen aan zijn functionele doelstellingen.'
deterministische analyse	Analyse die gebruik maakt van enkelvoudige numerieke waarden (om te komen tot een waarschijnlijkheid van 1) als belangrijkste parameters, wat leidt tot een enkelvoudige waarde als resultaat. Voor de nucleaire veiligheid, bijvoorbeeld, impliceert dit dat men zich concentreert op ongevallentypes, emissies en gevolgen, zonder rekening te houden met mogelijke verschillende volgordes van gebeurtenissen. Wordt typisch gebruikt hetzij met best estimate- of worst case-waarden, op basis van expert engineering judgement en kennis van het voorgestelde fenomeen.

<b>Term</b>	<b>Definitie</b>
gedrag	Individuele en collectieve gedragscompetentie: de focus ligt op de gedragscompetenties van nucleaire aard zoals tools voor menselijke prestaties (HU-tools: bv. prebriefings en teamevaluaties) en andere competenties die belangrijk zijn om de nucleaire capaciteiten te verzekeren.
gekwalificeerde uitrusting	Uitrusting gecertificeerd als uitrusting die heeft voldaan aan de kwalificatievereisten die gelden voor de omstandigheden die relevant zijn voor haar veiligheidsfunctie(s).
inspectie	Een onderzoek, observatie, meting of test uitgevoerd voor de beoordeling van structuren, systemen en componenten, materialen, operationele activiteiten, technische processen, organisatorische processen, procedures en personeelscompetentie.
inspectie, eenmalige ~	Een programma voor verouderingsbeheer voor eenmalige inspectie is een nieuw programma bedoeld om de effectiviteit van een AMP te controleren en de onbeduidendheid van een verouderingseffect te bevestigen.
Integrated Plant Assessment (IPA)	Zie pagina 36
kennisbeheer	Kennisbeheer omvat alle methoden, instrumenten en tools die bijdragen tot de bevordering van een geïntegreerd core-kennisproces. Het omvat minimaal de volgende vier kernactiviteiten: kennis genereren, kennis opslaan, kennis verspreiden en kennis toepassen op alle vlakken en niveaus van de organisatie. Dit zal de organisatorische prestaties verbeteren door te concentreren op de waardecreërende bedrijfsprocessen.
Maintenance Rule	Performance monitoring van de functies die actieve componenten moeten vervullen volgens de Amerikaanse regelgeving
nucleaire capaciteit	Op organisatorisch niveau betreft dit de capaciteit (het vermogen) van de respectieve organisatie om haar doelstellingen doeltreffend, efficiënt en in overeenstemming met de kwaliteitsnormen te halen. Deze capaciteit wordt gevormd door kennis, methoden en toegepaste vaardigheden, en wordt ondersteund door de competenties van de individuele medewerker.
onderhoud	De zowel administratieve als technische organisatorische activiteiten bedoeld om structuren, systemen en componenten in goede operationele staat te houden, met inbegrip van zowel de preventieve als correctieve (of herstel-) aspecten.
passieve componenten	Zie pagina 36
periodieke veiligheidsherziening (periodic safety review, PSR)	Een systematische herbeoordeling van de veiligheid van een bestaande centrale (of activiteit), uitgevoerd op regelmatige tijdstippen om het hoofd te kunnen bieden aan de cumulatieve effecten van veroudering, wijzigingen, operationele ervaring, technische ontwikkelingen en aspecten van de sites en bedoeld om een hoog veiligheidsniveau te kunnen verzekeren tijdens de hele levensduur van de centrale (of activiteit).

<b>Term</b>	<b>Definitie</b>
probabilistische analyse	Dit wordt vaak beschouwd als een synoniem van stochastische analyse. Strikt gesproken, brengt stochastisch echter eerder de idee van toevalligheid over (of toch minstens een ogenschijnlijke toevalligheid), terwijl probabilistisch direct gerelateerd is aan waarschijnlijkheid, en bijgevolg slechts onrechtstreeks te maken heeft met toevalligheid. Daarom kan een natuurlijke gebeurtenis of een natuurlijk proces correcter worden beschreven als stochastisch (bijvoorbeeld een stochastisch effect), terwijl probabilistisch beter geschikt zou zijn om een wiskundige analyse te beschrijven van stochastische gebeurtenissen of processen en hun gevolgen. Een dergelijke analyse zou enkel stochastisch zijn als de analysemethode op zich een element van toevalligheid zou omvatten, bv. een Monte Carlo-analyse.
probabilistische veiligheidsbeoordeling (probabilistic safety assessment, PSA)	Een alomvattende, gestructureerde benadering die wordt gebruikt om faalscenario's te identificeren en bestaat uit een conceptuele en wiskundige tool voor het afleiden van numerieke risicoramingen.
Reliability Centered Maintenance (RCM)	Een proces voor het verzekeren van de optimale veiligheidsniveaus bij onderhoud, teneinde de belangrijkste faalmodi aan te pakken die de kritieke functies van de systemen en componenten in gevaar kunnen brengen.
structuur	Structuren zijn de hoofdzakelijk passieve elementen zoals gebouwen, steunen en afscherming.
structuurtype	Een categorie-indeling of groepering van structuren met het oog op de AME. De structuren zullen worden beoordeeld in overeenstemming met ongeveer 26 verschillende types. Burgerlijke bouwkunde is de specifieke cluster die 7 structure types omvat en wordt gekenmerkt door het gebruik van beton als belangrijkste materiaal.
systeem	Functionele groepering van mechanische en EI&C-componenten. Een systeem bestaat uit meerdere componenten die zodanig zijn geassembleerd dat ze een specifieke (actieve) functie vervullen.
systemen, structuren en componenten (SSC)	Algemene term voor alle elementen (items) van een centrale of activiteit die bijdragen tot de bescherming en veiligheid, met uitzondering van de menselijke factoren.
Time-Limited Ageing Analysis (TLAA)	Analyses m.b.t. levensduurbeperving (TLAA's) zijn centralespecifieke veiligheidsanalyses die gebaseerd zijn op een uitdrukkelijk veronderstelde exploitatieperiode of ontwerplevensduur van de centrale.
toezicht (tests)	Periodieke controletest of controle waarbij wordt nagegaan of de structuren, systemen en componenten nog steeds goed functioneren of klaar zijn om hun functies uit te voeren.

## 6 Afkortingen

<b>Afkorting</b>	<b>Betekenis</b>
ADU	Agreed Design Update – overeengekomen verbeteringen van het ontwerp
AFW	Auxiliary Feedwater – hulpvoedingswatersysteem
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
AME	Ageing Management Evaluation
AMP	Ageing Management Program
AMR	Ageing Management Review
ASME	American Society of Mechanical Engineers
AMSAC	ATWS Mitigating System Actuation Circuitry
BAR	Bâtiment Annexe Réacteur – gebouw met veiligheidsuitrustingen en stoom- en voedingswaterleidingen
Bel V	Organisme voor controle van nucleaire installaties (filiaal van het FANC)
BEST	BElgian Stress-Tests (= project weerstandstesten)
CC	Component Cooling – tussenkoelkring
CFR	Code of Federal Regulations (door U.S.NRC)
DLB	Design & Licensing Basis
ECNSD	Electrabel Corporate Nuclear Safety Department
EF	Emergency Feedwater – noodvoedingswatersysteem
EI&C	Electricity, instrumentation and controls – elektriciteit, instrumentatie en regelingen
EPRI	Electric Power Research Institute
FANC	Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle
FCV	Filtered Containment Vent
FE	Brandweering
FSAR	Final Safety Analysis Report - Veiligheidsrapport
GALL	Generic Ageing Lessons Learned
GEH	Gebouw voor Elektrische Hulpdiensten
GMH	Gebouw voor Mechanische Hulpdiensten
GNH	Gebouw voor Nucleaire Hulpdiensten
GNS	Gebouw voor NoodSystemen
I&C	Instrumentation and Control
IAEA	International Atomic Energy Agency – Internationaal Atoom Energie Agentschap
INES	International Nuclear Event Scale

<b>Afkorting</b>	<b>Betekenis</b>
INPO	Institute of Nuclear Power Operations
INSAG	International Nuclear Safety Advisory Group
INSC	Independent Nuclear Safety Committee
IPA	Integrated Plant Assessment
ISI	In-Service Inspection
KPI	Key Performance Indicator
LBD	LicentieBasisDocumenten
LTO	Long-Term Operation – langetermijuitbating
MAZ	Machinezal
MOVAT	Motor-Operated VALve Tests
MW	Veiligheidsgebonden watertoevoer voor AFW-kring
NEI	Nuclear Energy Institute
NPP	Nuclear Power Plant
NSSS	Nuclear Steam Supply System
NUREG	Nuclear Regulatory Commission Regulation
OSART	(IAEA) Operational Safety Review Team
OVG	Ondergrondse Verbindingsgalerijen
PL	Pool Loop – koelkring van de splijtstofdokken
PORC	Plant Operations Review Committee
PSA	Probabilistic Safety Analysis
PSR	Periodic safety review – periodieke veiligheidsherziening (ook wel: tienjaarlijkse herziening)
PWR	Pressurized Water Reactor
RC	Reactor coolant – primaire koelkring
RCM	Reliability Centered Maintenance
RCPB	Reactor Coolant Pressure Boundary
RGB	Reactorgebouw
RJ	Noodinjectiesysteem aan dichtingen nr. 1 van de primaire pompen
RSQ	Rapport Synthétique de Qualification – syntheserapport van de kwalificatie
RW	Ruwwaterkring (veiligheidsgebonden koudebron)
RWST	Refuelling Water Storage Tank
SALTO	Safety Aspects of Long Term Operation
SC	Shutdown Cooling – stilstandskoelkring
SHR	System Health Reporting
SI	Safety Injection – veiligheidsinjectie

<b>Afkorting</b>	<b>Betekenis</b>
SORC	Site Operations Review Committee
SP	Containment Spray – sproeisysteem in het primair containment
SRS	(IAEA) Safety Reports Series
SSC	Systemen, Structuren en Componenten
TLAA	Time-Limited Ageing Analyses
TUR	Tussenruimte – ruimte tussen primair en secundair containment
TW	Stadswater
UFSAR	Updated hoofdstoomisolatieafsluiters, Final Safety Analysis Report – huidig Veiligheidsrapport
U.S.NRC	United States Nuclear Regulatory Commission
VR	Veiligheidsrapport
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators' Association

## 7 Referenties

Nr.	Titel
[1]	Strategienota LTO van Belgische Kerncentrales Doel 1/2 en Tihange 1 (008-194 Herziening 2, FANC, 2009)
[2]	Requirements for renewal of operating licenses for Nuclear Power Plants (10 CFR part 54, Codes and standards, Office of the Federal Register, National Archives and records Administration, 2005)
[3]	Generic Ageing Lessons Learned (GALL) Report (Rev.1, September 2005, NUREG – 1801, volume 1 and 2)
[4]	Safety of Nuclear Power Plants: Design (NS-R-1)
[5]	Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants (IAEA Safety Guide N°NS-G-2.10, August 2003)
[6]	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
[7]	WENRA Belgian Action Plan ( <a href="http://www.fanc.fgov.be/">http://www.fanc.fgov.be/</a> )
[8]	Electrabel-document 'Kerncentrale Doel: Rapport Weerstandstesten - Bijkomende veiligheidsherziening van de installaties' van 31 oktober 2011
[9]	Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants (IAEA Safety Reports Series N° 57, October 2008)
[10]	Appendix A to 10 CFR part 50, General Design Criteria for Nuclear Power Plants
[11]	SALTO Guidelines - Guidelines for peer review of long term operation and ageing management of nuclear power plants (IAEA Services Series 17, December 2008)
[12]	Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors (IAEA-EBP-SALTO, July 2007)
[13]	Plant Life Management for LTO of Light Water Reactor (IAEA Technical Report Series N°448, December 2006)
[14]	OSART Guidelines for Long Term Operation (U.S.NRC, draft rev. 2, May 2009)
[15]	Standard Review Plan for Review of License Renewal Applications for Nuclear Power Plants (Rev. 1, September 2005, NUREG – 1800)
[16]	Industry Guideline for Implementing the Requirements of 10 CFR part 54 – The License Renewal Rule (NEI, Rev.6, June 2005, NEI 95-10)
[17]	Plant Support Engineering: License Renewal Electrical Handbook (Rev. 1 to EPRI report 1003057, January 2005)
[18]	Non-Class 1 Mechanical Implementation guideline and Mechanical Tools (Revision 4, January 2006, EPRI 1010639)
[19]	Ageing Identification and Assessment Checklist. Civil and Structural Components—Final Report, (February 2007, EPRI 1011224)
[20]	Ageing management for Nuclear Power Plants (IAEA Safety Guide, January 2009, NS-G-2.12)

Nr.	Titel
[21]	Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants (IAEA INSAG Series N° 12, Dec. 1999, 75-INSAG-3 rev1)
[22]	Clarification of TMI Action Plan Requirements (Final report, October 30, 1980, NUREG - 0737)
[23]	NIRAS - Afvalplan voor het langetermijnbeheer van geconditioneerd hoogradioactief en/of langlevend afval en overzicht van verwante vragen NIROND 2011-02 N, September 2011
[24]	IEEE Std 323, 'Qualifying Class 1E Equipment for Nuclear Power Generating Stations,' The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1974
[25]	Regulatory Guide 1.89, 'Environmental Qualification of Certain Electric Equipment Important to Safety for Nuclear Power Plants,' issued June 1984