

BEL ✓

JAARVERSLAG  
2016



# INHOUD

	Bericht van de Voorzitter	3
	Voorwoord	4
	Editorial	6
	Inleiding Michel Van haesendonck	8
<b>1</b>	<b>Reglementaire activiteiten in België</b>	<b>11</b>
	1.1 Overzicht van inspecties in de kerncentrales	11
	1.2 Overzicht van inspecties in andere nucleaire installaties	15
	1.3 Voorbereiding en reactie op noodsituaties	18
	Inleiding Marc Dubois	20
<b>2</b>	<b>Evaluaties en nationale projecten</b>	<b>22</b>
	2.1 Probabilistische veiligheidsanalyse (PSA)	22
	2.2 Periodieke veiligheidsrevaluatie (PSR)	23
	2.3 Long-Term Operation (LTO) - Tihange 1	24
	2.4 Long-Term Operation (LTO) - Doel 1/2	24
	2.5 Best-Project	26
	2.6 Beheer van gebruikte splijtstof en radioactief afval	27
	2.7 MYRRHA	27
	2.8 SF <sup>2</sup> - opslagfaciliteiten bestraalde splijtstof	28
<b>3</b>	<b>Internationale activiteiten en projecten</b>	<b>29</b>
	3.1 Activiteiten van de OESO en het IAEA	29
	3.2 Samenwerking met veiligheidsinstanties	30
	3.3 Samenwerking met technische veiligheidsorganisaties	32
	3.4 Door de Europese Commissie gefinancierde bijstandsprojecten	34
<b>4</b>	<b>Expertisebeheer</b>	<b>37</b>
	4.1 Ervaringsfeedback in België	37
	4.2 Ervaringsfeedback vanuit het buitenland	38
	4.3 Kennisbeheer	38
	4.4 Research & Development	39
	4.5 Opleiding	47
	Financieel verslag	48
	Lijst van afkortingen	52



# BERICHT VAN DE VOORZITTER

De opdracht van Bel V inzake opvolging van de veiligheid van de Belgische nucleaire installaties past in het kader van de geïntegreerde inspectie- en controlestrategie die in nauwe samenwerking met het FANC werd opgesteld. Zoals elk jaar werd bijzondere aandacht besteed aan het veiligheidsbeheer door de directies van de verschillende nucleaire installaties. De jaarlijkse veiligheidsevaluatie van de verschillende installaties werd uitgevoerd volgens de normen van ons kwaliteitssysteem. Bel V legt de resultaten van deze jaarlijkse evaluatie voor aan elk van de uitbaters en bespreekt ze met hun directies in aanwezigheid van het FANC.

De resultaten dienen voor de opstelling van het controleprogramma voor het volgende jaar.

Bel V versterkt sinds een aantal jaar zijn capaciteit om de veiligheidscultuur bij de uitbaters te controleren, en dan meer specifiek de menselijke en organisatorische aspecten. Deze expertise heeft haar nut al bewezen bij de follow-up van de problemen in Tihange. Naar aanleiding van de Pro Justitia opgesteld door het FANC in augustus 2015 voerde de uitbater een 'grondoorzakenanalyse' uit van de feiten die hebben geleid tot deze situatie, met als doel een structureel actieplan op te stellen. Bel V heeft het FANC ook technisch ondersteund bij de opvolging van het opstellen en de implementatie van dat actieplan.

In 2016 werd bijzondere aandacht besteed aan de problematiek inzake het beheer van radioactief afval door de verschillende uitbaters. Enkele voorbeelden:

- Na een audit met ontoereikend resultaat heeft de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) de erkenning voor de afvoer van het radioactieve afval van Doel en Tihange niet verlengd. Dit heeft geleid tot een accumulatie van afval in de installaties. Bel V heeft nagegaan of deze accumulatie geen bedreiging vormde voor de veilige uitbating van de centrales.
- De activiteiten in het kader van de problematiek van de gelvaten afkomstig van de kerncentrale van Doel, die momenteel opgeslagen zijn bij Belgoprocess, worden van nabij gevolgd door Bel V. In de opslagruimte worden logistieke werken in verband met de verplaatsing en inspecties van de vaten uitgevoerd. Het vooroverleg betreffende het nieuwe gebouw voor de opslag van niet-conforme colli is lopende.
- In samenwerking met het FANC is Bel V betrokken bij de analyse van de vergunningsaanvraag voor de toekomstige opslaglocatie voor laag- en middelactief afval met korte halveringstijd in Dessel. In het kader van de beoordeling van de veiligheid op lange termijn zette Bel V zijn activiteiten (met behulp van eigen capaciteiten inzake modellering) voor een onafhankelijke verificatie van de veiligheid voort.

Tot slot zou ik in naam van de raad van bestuur het managementteam en alle personeelsleden willen feliciteren en bedanken voor de resultaten en de professionaliteit waarmee ze hun taken uitvoeren.

## **Didier MALHERBE**

Voorzitter van de raad van bestuur

**Bel V werd opgericht onder de vorm van een private stichting als een filiaal van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC), dat aan Bel V activiteiten delegeert binnen het domein van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming. Met meer dan 50 jaar ervaring draagt Bel V bij tot de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortvloeiende gevaren. De financiering van de stichting gebeurt uitsluitend door de klanten, in essentie de gecontroleerde installaties. Het bedrijfsresultaat neemt al meerdere jaren toe en bedroeg in 2016 meer dan € 700.000.**

# VOORWOORD



Bel V, een stichting met rechtspersoonlijkheid, werd opgericht op 7 september 2007 door het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC).

De werking van de stichting wordt geregeld door de wet van 27 juni 1921 betreffende de verenigingen zonder winstoogmerk, de internationale verenigingen zonder winstoogmerk en de stichtingen, en door haar statuten, die werden neergelegd bij de griffie van de rechtbank van eerste aanleg van Brussel.

De stichting heeft tot doel om, zonder winstoogmerk, op technisch en wetenschappelijk vlak bij te dragen tot de bescherming van de bevolking en het milieu tegen het gevaar dat voortvloeit uit ioniserende stralingen.



**Eind 2016 bestond de raad van bestuur uit:**

**D. Malherbe** | voorzitter

**Ph. De Sadeleer** | voorzitter van de raad van bestuur van het FANC

**Ir J. Bens** | directeur-generaal van het FANC

**J. Hens** | lid van de raad van bestuur van het FANC

**J. Germis** | lid van de raad van bestuur van het FANC

**S. Vaneycken** | lid van de raad van bestuur van het FANC

**Ir M. Jurisse** | lid



# EDITORIAL

**In de loop der jaren is het werkingsmodel van Bel V geëvolueerd, met meer aandacht voor de processen en minder voor de hiërarchische structuur. Het managementsysteem van Bel V omvat een tiental processen die activiteiten regelen zoals de controles, de veiligheidsanalyses, het projectbeheer, de ontwikkeling van de expertise en de ondersteunende processen (human resources, financiën, logistiek, IT). Dit systeem beantwoordt aan de vereisten van de normen van het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) en aan de ISO 9001-norm.**

De procesgestuurde werkwijze is bedoeld om alle medewerkers bewust te maken van de rol die ze spelen binnen de organisatie en van hun bijdrage aan de doelstellingen van de onderneming, dit in tegenstelling tot een werkwijze waarbij de plaats binnen de hiërarchische structuur en de gehoorzaamheid aan de manager het belangrijkste zijn. Eind 2016 werd daarom beslist om het organogram te wijzigen en te stroomlijnen met de procesgestuurde werking van Bel V. Het nieuwe organogram is beschikbaar op onze website.

Er was het afgelopen jaar ook een opvallende gebeurtenis: na civieltechnische werken in Tihange 1, waarbij een techniek werd toegepast om cement te injecteren in de bodem, werd schade vastgesteld aan een aanpalend gebouw. Door de verplaatsing van het onderstel van een pomp die veiligheidsgerelateerd is, moest de centrale stilgelegd worden. Bij het onderzoek naar de oorzaak bleek enerzijds dat de aannemer de opgelegde specificaties niet had gerespecteerd en anderzijds dat de ondergrond andere eigenschappen vertoonde dan verwacht. De grondspecie, die dateert van de bouw van de centrale, stemt niet overeen met de beschrijving in het veiligheidsrapport. Ze bestaat uit ongeschikte materialen, waardoor er twijfels zijn of de gebouwen bestand zouden zijn tegen een aardbeving. Eind 2016 was het probleem nog steeds niet opgelost. Net als de ontdekking van scheurtjes door de aanwezigheid van waterstof in de reactorvaten van Doel 3 en Tihange 2 toont deze gebeurtenis de aanwezigheid aan van nooit ontdekte afwijkingen die aanwezig zijn sinds de bouw.

De verbetering van de veiligheid van de nucleaire installaties is een continue prioriteit. De lessen die we trekken uit incidenten en ongevallen (in België en in het buitenland), vormen een belangrijke bron voor verbeteringen, om te vermijden dat zich nog potentieel gevaarlijke situaties voordoen. Het in § 2.5 beschreven BEST-project, dat voortvloeit uit het ongeval in Fukushima-Daiichi, heeft tot substantiële verbeteringen geleid, waardoor de centrales bestand zijn tegen extreme situaties, zoals het volledig uitvallen van de stroom en de koeling, en de radiologische gevolgen van eventuele ernstige ongevallen drastisch worden beperkt. De periodieke veiligheidsrevaluaties en de LTO-projecten (Long-Term Operation, beschreven in § 2.2, 2.3 en 2.4), die gericht zijn op het bereiken van een voldoende hoog veiligheidsniveau voor een verdere uitbating van de centrales, bieden ook prima gelegenheden om de veiligheid te verbeteren en het niveau van moderne centrales zo dicht mogelijk te benaderen. De analyse van deze dossiers en het bevorderen van de continue verbetering van de veiligheid vergen de volledige expertise van Bel V. Het resultaat is dat de Belgische kerncentrales, zelfs de oudste installaties, een veiligheidsniveau halen dat heel wat hoger ligt dan oorspronkelijk het geval was.

Samengevat blijft Bel V zijn expertise vergroten, zowel qua omvang als qua diepgang, en wordt die expertise ten volle benut in het kader van de opdrachten gedelegeerd door het FANC.

**Benoît DE BOECK, Ir**  
Directeur-generaal

1

REGLEMENTAIRE  
ACTIVITEITEN  
IN BELGIË

2

VEILIGHEIDS-  
EVALUATIES EN  
NATIONALE PROJECTEN

3

INTERNATIONALE  
ACTIVITEITEN  
EN PROJECTEN

4

EXPERTISEBEHEER





# 1

## INLEIDING

MICHEL VAN HAESENDONCK



## Kerncentrales

Aangezien er ook in 2016 een aantal vaststellingen werden gedaan die vragen oproepen over de veiligheidscultuur in de Belgische kerncentrales heeft het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) afgelopen zomer brieven overgemaakt aan de algemene directie van ENGIE Electrabel. Deze brieven leidden tot bijkomende initiatieven bovenop de reeks corrigerende maatregelen die midden 2015 werden ingevoerd naar aanleiding van de pro-justitia's die het FANC had opgesteld. In het kader van de opvolging van de voorgestelde initiatieven en de corrigerende maatregelen heeft Bel V tal van specifieke inspecties georganiseerd.

Voor zowel Doel 1/2 als voor Tihange 1 lopen *Long-Term Operation* (LTO)-projecten. Voor deze eenheden werden omvangrijke actieplannen opgesteld. In het kader van de opvolging hiervan werden specifieke dossiers onderzocht en inspecties uitgevoerd.

Midden 2013 werd in een aantal vaten met geconditioneerd afval een gelachtige substantie ontdekt, zowel bij

Belgoprocess als op de site van Doel. Na deze ontdekking zetten de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen (NIRAS), het FANC en Bel V een nauwe samenwerking op, die nog steeds lopende is, om dit probleem ten gronde te onderzoeken en er een oplossing voor te vinden.

Bel V heeft in 2016 specifieke aandacht besteed aan de opslagomstandigheden en -capaciteit voor de verschillende afvalstromen op de sites van Doel en Tihange. Naar aanleiding van een audit door NIRAS werd voor verschillende soorten afval namelijk de erkenning ingetrokken.

Naar aanleiding van de ramp in Fukushima werd aan de uitbaters gevraagd om stresstests uit te voeren en actieplannen op te stellen, die nadien door de regelgevende instantie werden beoordeeld. Verschillende wijzigingen werden al aangebracht aan de installaties of worden momenteel nog geïmplementeerd. In 2016 werden in Doel en Tihange specifieke inspecties uitgevoerd om de implementatie van die wijzigingen op te volgen.

## Andere nucleaire installaties

Na het ongeval in Fukushima werden stresstests uitgevoerd voor alle nucleaire installaties van Klasse I die nog in dienst zijn. De uitbaters stelden veiligheidsevaluatierapporten en actieplannen op, die daarna door de regelgevende instantie werden beoordeeld. De implementatiefase van deze plannen wordt nog steeds nauw opgevolgd door Bel V.

Wat betreft de BR2-onderzoeksreactor werden de diverse projecten om de uitbating te verlengen tot na 2016 van nabij opgevolgd. Aangezien de realisatie van de projecten erg succesvol verliep, kon Bel V midden 2016 het groen licht geven voor de heropstart van BR2.

Bij Belgonucleaire gaan de ontmantelingsactiviteiten verder. Er deden zich daarbij geen noemenswaardige besmettingsincidenten voor.

Het management van het Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE) staat nog steeds voor een groot aantal uitdagingen. Er lopen momenteel een aantal projecten: conversie van hoogverrijkt uranium (HEU) naar laagverrijkt uranium (LEU) voor de bestraalde doelwitten, ontwerpstudie van een nieuwe installatie... Er worden verschillende actieplannen geïmplementeerd, onder meer voor het opruimen van historisch afval.

## Geïntegreerde controlestrategie

In 2016 werd de geïntegreerde strategie voor inspectie (door het FANC) en controle (door Bel V) toegepast.

Het controleprogramma voor 2016 werd eind 2015 naar de installaties gestuurd. Bij de uitvoering van het programma, dat wordt opgevolgd aan de hand van prestatie-indicatoren, werd specifiek aandacht besteed aan de talrijke actieplannen, de afvalbehandeling, de menselijke

De ontmanteling van de installaties van Franco-Belgian Fuel Fabrication (FBFC) werd in 2016 voortgezet en vergde een nauwgezette opvolging van Bel V.

Gelet op de diverse problemen in NTP Europe op de site in Fleurus realiseerde Bel V, in samenspraak met het FANC, gedurende een groot deel van 2016 een intense opvolging van deze installatie.

factoren en menselijke prestaties, het veiligheidsbeheer en de veiligheidscultuur.

Bel V probeert steeds lessen te trekken uit gebeurtenissen en incidenten om te streven naar een verdere verbetering van de controle in de toekomst. Aan de hand van een actieplan werden onze controleactiviteiten verder versterkt.



# 1

## REGLEMENTAIRE ACTIVITEITEN IN BELGIË

### 1.1 Overzicht van inspecties in de kerncentrales

#### 1.1.1 Doel 1/2

Doel 1 was op vol vermogen gedurende het volledige jaar, op de volgende periodes na:

- Op 2 januari scamde de eenheid ten gevolge van het aanspreken van een alternatorbeveiliging. Bij de heropstart van Doel 1 op 3 januari faalde de overgang van voeding van het eigen verbruik vanuit het uitwendig net naar voeding door de eenheid zelf. Conform de procedures werd de reactor manueel gescremd.
- In het weekend van 12 en 13 februari werd de eenheid gepland stilgelegd voor een herstelling van de aarding van de hoofdtransformatoren.
- Op 6 april scamde de eenheid door een snelle fluxdaling ten gevolge van een gevallen controlestaaf. De eenheid werd terug aan het net gekoppeld op 8 april.
- Op 12 april werd de eenheid vrijwillig stilgelegd voor de herstelling van een primair lek. Tijdens deze stilstand werd vastgesteld dat het aandrijvingsmechanisme van de op 6 april gevallen controlestaaf diende te worden vervangen. De eenheid kon hierdoor pas op 20 mei terug aan het net worden gekoppeld.
- Van 23 september tot 24 oktober werd de eenheid stilgelegd voor revisie. Bij de heropstart werd bij het uitvoeren van een test een scam gegenereerd die

laattijdig werd vastgesteld, waardoor de betrokken acties inzake technische specificaties eveneens laattijdig werden uitgevoerd.

- Op 11 en 12 november werd de eenheid vrijwillig stilgelegd voor de herstelling van een primair lek.

Doel 2 was op vol vermogen gedurende het volledige jaar, op de volgende periodes na:

- Van 8 april tot 22 juni werd de eenheid stilgelegd voor revisie. Tijdens deze revisie werden enkele personen uitwendig besmet bij het reinigen van een tank van Doel 2. Dit werd pas opgemerkt toen de betrokken personen de warme zone van Doel 4 betraden.

In juli 2016 werd een tekortkoming vastgesteld in de omgevingskwalificatie van enkele veiligheidsgebonden meetvormers. De verdere uitbating werd tijdelijk verantwoord voor Doel 1 en Doel 2 en de nodige correcties voor Doel 1 werden uitgevoerd tijdens de revisie. De nodige correcties voor Doel 2 zullen worden uitgevoerd in 2017.

Op 9 augustus werd vastgesteld dat de regelafsluiters van de veiligheidsgebonden hulpvoedingswaterkring van de stoomgeneratoren dicht stonden, waardoor niet aan de technische specificaties van de kring werd voldaan.

### 1.1.2 Doel 3

Doel 3 was op vol vermogen gedurende het volledige jaar, op de volgende periodes na:

- Van 25 december 2015 tot 3 januari 2016 werd de eenheid stilgelegd voor de herstelling van een mechanisch en elektrisch probleem in het niet-geklasseerde deel van de kerncentrale. Vol vermogen werd opnieuw bereikt op 6 januari 2016.
- Op 21 april vond een automatische noodstop plaats door een turbinetrip. Na deze noodstop is een breuk opgetreden van twee geklasseerde instrumentatieleidingen in het secundaire circuit. Hierdoor bleef de eenheid tot 23 april in warme stilstand voor herstellingen.
- De jaarlijkse revisie voor herlading en onderhoud vond plaats van 14 oktober tot 10 december.

In juli 2016 werd een tekortkoming vastgesteld in de omgevingskwalificatie van enkele veiligheidsgebonden meetvormers. De verdere uitbating werd tijdelijk verantwoord en de nodige correcties werden uitgevoerd tijdens de revisie.

Tijdens de revisie werd een opvolginginspectie van het reactorvat uitgevoerd. Deze wees niet op een evolutie van de waterstofvlokken. De veiligheidsautoriteit heeft hierna een gunstig advies uitgesproken voor de heropstart van de nieuwe cyclus.

### 1.1.3 Doel 4

De reactor was op vol vermogen gedurende het volledige jaar, behalve tijdens een geplande warme stilstand van 20 tot 22 maart en op 20 en 21 augustus als gevolg van werken aan de 380 kV-post in het kader van het Brabo-project, dat een versterking van het uitwendig 380 kV-net rond de site van Doel en de haven van Antwerpen beoogt. De eenheid ondervindt sinds de vervanging van het reactordeksel tijdens de vorige revisie (beheersbare) problemen met de controlestaafsturing. De vastgestelde problemen hebben echter geen impact op

de veiligheidsfunctie van de controlestaven (het gravitair kunnen vallen in de kern).

### 1.1.4 Doel gemeenschappelijk (WAB, SCG)

**WAB:** De radiologische erkenning voor de afvoer van afval werd door NIRAS niet verlengd na een audit met onbevredigend resultaat. Dit heeft geleid tot een accumulatie van afval in de WAB-installatie. Ondanks de nodige inspanningen kon de radiologische erkenning nog niet verlengd worden. Gezien de afwezigheid van een radiologische erkenning en omdat geen procedés voorhanden zijn voor de conditionering van concentraten en harsen focust Bel V op de opvolging en de uitbreiding van de capaciteit voor de opslag van afval en de buffercapaciteit voor zowel concentraten als harsen. Een beperkte buffer voor de opslag van concentraten is steeds aanwezig geweest en een belangrijke uitbreiding werd afgerond in 2015-2016. Een bijkomende inspanning is nog te leveren in 2017. De buffer voor harsen is enorm beperkt en het project voor de uitbreiding van deze capaciteit heeft grote vertraging opgelopen (onder meer door het overlijden van de projectleider bij ENGIE Electrabel). Om de periode tot de afronding van het project te overbruggen stelt ENGIE Electrabel een tussenoplossing voor 2017 voor die enige risico's inhoudt. Bel V zal de nodige opvolging hiertoe realiseren (met inbegrip van formalisatie).

In de toekomst zal in samenwerking met het Franse *Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives* (CEA) in het kader van de ontwikkeling van nieuwe harsen- en concentratenprocedés duidelijk worden of de uitbating verder moet worden aangepast.

De uitbating van de WAB-installatie kwam tot nu toe niet in het gedrang. De aanwezige buffer voor de opslag van zowat alle types afval is echter zo goed als opgebruikt en laat geen marge toe binnen de standaard voorziene limieten voor falingen en onderhoud. Een dergelijke situatie lijkt dan ook slechts tijdelijk houdbaar.

**SCG:** De invoering van een nieuw type opslagcontainer (HOLTEC) is lopende, maar kent weinig vooruitgang. De kwaliteitscontrole op geleverde containers is verstrengd. De levering van nieuwe containers (bestaande goedgekeurde type) met bijbehorende uitrustingen en certificaten (drukopvolging van de dichtingen) verloopt nog steeds moeizaam.

### 1.1.5 Doel-site

Het Bel V-controleprogramma op de site werd verder uitgevoerd als volgt:

- Er werden vergaderingen belegd met de hoofden van de verschillende departementen (Maintenance, Operations, Care, Engineering) en diensten om hun organisatie en het beheer van de verschillende processen rond nucleaire veiligheid en stralingsbescherming te beoordelen;
- Er wordt meer aandacht besteed aan menselijke factoren en menselijke prestaties, lozingen, ASME, noodplan enz. met focus op het belang van duurzaamheid voor de verbeteracties.

Bel V gaf steun aan het FANC in het kader van hun inspecties, vooral de managementinspectie, de inspectie betreffende 'afval', de inspectie betreffende 'stralingsbescherming en transport' en de inspectie betreffende 'maintenance en ageing'. Ook werd steun verleend aan het FANC voor de opvolging van het opstellen en implementeren van de actieplannen voor de twee sites en Corporate naar aanleiding van de gebeurtenissen in de kerncentrale van Tihange die geleid hebben tot een pro-justitia. Deze actieplannen zijn nadien gegroepeerd tot één enkel actieplan.

We vermelden ook de opvolging van het actieplan naar aanleiding van de gemeenschappelijke tienjaarlijkse herziening die eind 2011 werd afgesloten en het actieplan in het kader van de periodieke veiligheidsrevaluatie voor Doel 3 en Doel 4 (en Doel 1/2, opgenomen in het LTO-actieplan), die zich vertalen in wijzigingen aan de installaties, de procedures en het Veiligheidsrapport.

### 1.1.6 Tihange 1

De eenheid was op vol vermogen gedurende het hele jaar, behalve tijdens:

- een stop van 7 februari tot 13 maart als gevolg van een gebroken pompas;
- de stop voor herlading en LTO van 30 april tot 13 augustus; ongeveer de helft van de veiligheidsuitrustingen werd vervangen, de eerste helft werd reeds vervangen in 2015;
- een noodstop op 13 augustus als gevolg van een fout aan een elektronische kaart;
- een stop van 7 september tot minstens 31 december als gevolg van het omhoog komen van de vloer van een gebouw (veroorzaakt door betonwerken) waardoor een pomp onbeschikbaar werd.

Volgende gebeurtenis is meldenswaardig:

- een onderhoudsingingreep op een verkeerde afsluiter, waardoor een diesel onbeschikbaar werd.

### 1.1.7 Tihange 2

De eenheid was op vol vermogen gedurende het hele jaar, behalve tijdens:

- een korte vermogentransiënt tot 60 MW op 24 januari naar aanleiding van een probleem aan een systeem van de secundaire kring;
- een korte vermogentransiënt (van ongeveer 50 MWe) op 10 april;
- een noodstop op 10 juni na het verlies van een pomp van de smering van de turbinelagers (niet-veiligheidsgebonden kring) na een elektrische fout; het nominale vermogen werd opnieuw bereikt op 18 juni;
- een vrijwillige vermogensdaling op 30 juni voor de uitvoering van een trillingsdiagnose op een primaire pomp; na de diagnose werd de eenheid op 2 juli opnieuw aan het net gekoppeld;
- een warme stilstand op 8 juli naar aanleiding van een probleem aan een systeem van de secundaire kring;

- een noodstop op 9 september ten gevolge van de ontijdige sluiting van een afsluiter van de voedingswaterkring van de stoomgeneratoren; de eenheid werd opnieuw aan het net gekoppeld op 10 september.
- Er werd bijzondere aandacht besteed aan menselijke en organisatorische factoren (zie verder).
- Er werden specifieke inspecties uitgevoerd om specifieke onderwerpen te behandelen die op verschillende eenheden van toepassing zijn (kwalificatie van specifiek materiaal, ventilatie enz.).

### 1.1.8 Tihange 3

De jaarlijkse stop van 2016 voor herlading begon op 11 september - voorafgegaan door een 'stretch-out'-periode van vijf dagen - en werd afgesloten op 31 oktober.

De eenheid was op vol vermogen gedurende de rest van het jaar.

In juni 2016 werd er een nieuwe Pro Justitia afgeleverd door het FANC naar aanleiding van een incident (onbeschikbaarheid van een radioactiviteitsketen) waarvan de impact voor de veiligheid niet significant was, maar met gevolgen wat betreft menselijke en organisatorische factoren (zie ook 'Tihange-site' voor het opstellen van een structureel actieplan).

### 1.1.9 Tihange-site

Het Bel V-controleprogramma op de site werd verder als volgt uitgevoerd:

- Er werden vergaderingen belegd met de directie en de verschillende departementshoofden (Maintenance, Operations, Care, Engineering) en diensten om hun organisatie en het beheer van de verschillende processen rond nucleaire veiligheid en stralingsbescherming te beoordelen.

Naar aanleiding van de Pro Justitia opgesteld door het FANC in augustus 2015 werkte de uitbater een 'grondoorzakenanalyse' van de feiten die hebben geleid tot deze situatie af, met als doel een structureel actieplan op te stellen. Bel V heeft het FANC ook technisch ondersteund bij de opvolging van het opstellen en de implementatie van dat actieplan. De actieplannen, die vroeger apart werden opgesteld voor Tihange, Doel en Corporate, worden sinds de herfst van 2016 geïntegreerd in een enkel actieplan.

Een audit uitgevoerd door NIRAS gaf een negatief resultaat, wat ertoe leidde dat deze organisatie alle afgeleverde goedkeuringen voor niet-geconditioneerd afval heeft ingetrokken. De goedkeuring voor het transport van geconditioneerd afval werd bovendien eveneens ingetrokken. Bel V heeft aandachtig gecontroleerd of deze intrekkingen geen bedreiging vormen voor de veilige uitbating, door de accumulatie van afval in de installaties (door toename van een risico op brand ...).

## 1.2 Overzicht van inspecties in andere nucleaire installaties

### 1.2.1 Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) (met inbegrip van Guinevere)

De refurbishment van de BR2-reactor werd in juni 2016 met succes afgerond. De volgende belangrijke operaties hebben tijdens deze refurbishment plaatsgevonden:

- De berylliummatrix werd uit de reactor ontladen en de reactorkuip werd gereinigd.
- De inspectie van de reactorkuip werd uitgevoerd en de resultaten zijn bevredigend.
- Nieuwe berylliumkanalen werden in de reactorkuip geladen.
- De reactormeetketens en de controlestaven werden allemaal gereviseerd.
- De ondergrondse secundaire leidingen werden vervangen.
- De ventilatieleidingen werden gereviseerd.
- De experimentele kring Callisto werd ontmanteld na decontaminatie.
- Er werd een nieuwe dieseltank geplaatst.

Tijdens de refurbishment heeft een lozing van bassinwater in een werfput buiten de gecontroleerde zone plaatsgevonden. De stalen van het water en de bodem in de werfput waren allemaal onder de limieten voor vrijgave. De oorzaak van de lozing is grotendeels te wijten aan een onvoldoende toepassing van de procedure voor werken aan leidingen.

Na de refurbishment werd de BR2-reactor op 1 juli gestart voor een succesvolle testcyclus 00/2016 van vijf dagen. Vervolgens bestond het uitbatingsregime van de BR2-reactor in 2016 uit twee cycli van drie weken en één cyclus van vier weken.

Tijdens cyclus 03/2016 werd de BR2-reactor gestopt door een defect aan een primaire pomp. Na het opstarten van de reservepomp werd de reactor terug gestart en de rest van de cyclus verliep zonder problemen.

Op 25 november heeft een overname van de diesels plaatsgevonden als gevolg van de onderbreking van de verbinding met het externe elektrische net.

De VENUS-reactor werd geladen met brandstofassemblages met bismut (in plaats van lood). Het experimentele programma wordt voortgezet met de bestudering van perturbaties van deze kernconfiguratie.

In april 2016 heeft een besmettingsincident plaatsgevonden in het versnijdingsatelier en de aangrenzende gecontroleerde zone van BR3. De besmettingen werden verwijderd en het versnijdingsatelier werd op 18 mei weer operationeel gezet.

In de andere installaties van het SCK•CEN hebben zich in 2016 geen beduidende gebeurtenissen voorgedaan.

### 1.2.2 Belgoproces

De activiteiten in het kader van de problematiek van de gelvaten afkomstig van de kerncentrale van Doel worden maandelijks aan Bel V gerapporteerd. Logistieke werken met betrekking tot de verplaatsing en inspecties van de vaten worden voortgezet in gebouw 151X. Het vooroverleg betreffende het nieuwe gebouw voor de opslag van niet-conforme colli is lopende.

In 2016 stelde de Wetenschappelijke Raad een gunstig gemotiveerd voorlopig advies op betreffende de uitbreiding van de vergunning voor de ontmanteling van site 1.

Begin februari is de Cilva-oven succesvol heropgestart na de vervanging van de boiler. Tussen juni en oktober werd de supercompactor van Cilva met succes vervangen. De NCP-verdamper (Nuclear Chemical Plant Ltd) in gebouw 108X werd heropgestart voor een testcampagne, die tot eind 2016 liep.

Bij een transfer van vloeistof vanuit het SCK•CEN naar Belgoprocess op 3 februari werd een lek vastgesteld op de transferleiding in de kelder van gebouw 234A (BRE). Het lek werd hersteld en bijkomende maatregelen werden opgesteld voor toekomstige transfers van afvalwater.

Tijdens werken aan de leiding voor het transport van B01-afvalwater tussen site 1 en site 2 werd op 8 april een besmetting van historische oorsprong vastgesteld in een put.

Op 10 mei werd een tritiumlozing uit gebouw 250B boven de concentratielimieten vastgesteld. Besmettingsmetingen in het gebouw hebben aangetoond dat de vrijzetting afkomstig was van een doos met gebroken H-3-ampullen.

Op 22 juni heeft een operator een externe besmetting met radongas opgelopen bij het lichten van het deksel van een 400l-vat met bronnen in de Stelconhal.

In oktober werd putcorrosie vastgesteld op de lasnaden van de vloeistoftanks in gebouw 280X. De verwerking in gebouw 280X is momenteel stilgelegd en de tanks zullen worden vervangen.

Op 8 november is tijdens een spoeling van een UF6 cilinder een koppeling van de watertoevoer losgekomen, waardoor een beperkte hoeveelheid spoelwater is vrijgekomen.

### 1.2.3 Belgonucleaire

De lokalen van gebouw A worden verder leeggemaakt en gestript als voorbereiding op de vrijgavemetingen in de lokalen. Tegelijk werd gestart met de ontmanteling van het ondergrondse leidingennetwerk in gebouw A. De vrijgavemethodologie voor gebouw A (beschreven in een operationele procedure met onderliggende technische nota's en werkinstructies) werd met het FANC besproken en verder verfijnd op basis van de meetresultaten en bevindingen in de geselecteerde testlokalen en rekening

houdende met de opmerkingen en vragen van het FANC en Bel V. Dit heeft geleid tot een goedkeuring van de methodologie in augustus 2016. Een geleidelijke en gecontroleerde afbouw van de lokaalextractie in gebouw A werd opgestart, in functie van de vorderingen van de ontmantelingswerkzaamheden in de verschillende lokalen en de bijhorende ventilatievereisten.

Een grote inspanning werd geleverd voor het minutieus bijhouden van alle vrijgavemetingen in het specifieke databeheersysteem, met het oog op de opbouw van een vrijgavedossier per lokaal.

Belgonucleaire startte eveneens met voorbereidingen voor de vrijgave van de site.

Er vonden geen radiologische incidenten plaats. Belgonucleaire heeft blijvende aandacht voor het behouden van de nodige gekwalificeerde personen op de site.

### 1.2.4 Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE)

De controles die Bel V uitvoerde in 2016 hadden betrekking op verschillende projecten:

- De hoeveelheid afval (met inbegrip van historisch afval) opgeslagen in Fleurus werd aanzienlijk verminderd en de situatie is bijna normaal.
- Het IRE is ook betrokken in de ontwikkeling van een nieuwe productielijn op basis van laagverrijkt uranium (LEU) in plaats van hoogverrijkt uranium (HEU).
- De tweede periodieke veiligheidsherziening door het IRE is gestart en zal rekening moeten houden met verbeteringsmogelijkheden om het ontwerp van de installatie te versterken.
- Er werd een nieuwe directeur benoemd voor de onderhoudsafdeling van het IRE.



### 1.2.5 JRC-Geel

In juli 2016 veranderde het Instituut voor Referentiematerialen en -Metingen (IRMM) zijn naam in JRC-Geel, in het kader van een algemene reorganisatie van het Joint Research Centre (JRC) (behandeld als een niet belangrijke wijziging die nog het goedkeuringsproces doorloopt).

In 2016 werden er geen belangrijke gebeurtenissen gerapporteerd door de uitbater.

De uitbating van de LINAC, de dienst massaspectrometrie, het hoofdgebouw, het afvalgebouw en de vijf X-stralen-toestellen in het CRM 130-gebouw verliep op een correcte manier.

Tijdens de zomer werd de Van de Graaff-installatie vervangen door een nieuwe tandemversneller (behandeld als een niet belangrijke wijziging), die in dienst zou moeten worden gesteld in de loop van 2017.

De eerste voorontwerpen Safety Analysis Report (SAR) van het JRC-Geel werden ontvangen en Bel V maakte algemene opmerkingen over. Tijdens de eerste helft van 2017 zou een herziene, geconsolideerde versie ontvangen moeten worden.

De follow-up van de implementatie van de PSR- en BESTA-acties (Belgian Stress Test) toonde een trage vooruitgang aan voor enkele van de nog steeds lopende acties. Dit wordt van nabij opgevolgd door de regelgevende instanties.

### 1.2.6 Franco-Belgian Fuel Fabrication (FBFC)

De ontmantelingswerkzaamheden in gebouwen 1, 2 en 5 werden voortgezet in 2016.

Naar aanleiding van een onaangekondigde inspectie uitgevoerd door het FANC en Bel V heeft het FANC op 29 januari een FANC-besluit uitgevaardigd waarin de

onmiddellijke stopzetting van de activiteiten met betrekking tot de vrijgave van radioactieve materialen werd opgelegd. Na de verwezenlijking van alle door het FANC opgelegde acties werd het besluit op 12 mei opgeheven en konden de vrijgaveactiviteiten worden hersteld.

In gebouw 1 (labo) en gebouw 2 (GADO) werden in 2016 de meeste ontmantelingswerkzaamheden verder afgerond en werden vrijgavemetingen uitgevoerd.

Het uithalen en meten van de funderingen van gebouw 3 werd voortgezet in 2016.

In gebouw 5 werden de ontmantelingswerkzaamheden voortgezet in 2016.

De goedkeuring van de methodologienota's en vrijgavedossiers voor gebouwen 1, 2, 5, 5M en de terreinen van FBFC is voorzien in 2017.

Op 17 oktober is een tank (T4) overgelopen, waardoor er licht besmet water in de gemetste inkuiping is terechtgekomen.

De aanpassing van de organisatie werd in overleg met het FANC besproken met bijzondere aandacht voor de dienst Fysische Controle en de hieraan verbonden veiligheidsfuncties. Een aangepaste organisatie, die vanaf 1 januari 2017 zal worden toegepast, werd goedgekeurd.

De ontwikkeling van een sorteerinstallatie voor de controle van de besmette gronden in het kader van de grondsanering van de site is lopende.

### 1.2.7 Overige installaties (Klasse II en III)

Er werden meer dan 100 inspecties uitgevoerd bij de diensten Fysische Controle in installaties van Klasse IIa, II en III.

In 2016 werden geen ongevallen geregistreerd.

Wegens een onstabiele situatie bij NTP Europe heeft Bel V de frequentie van zijn inspecties aanzienlijk opgetrokken.

De opslag van radioactief afval 'on-site' (en soms in openbare instellingen zoals universiteiten) bleef een aandachtspunt voor Bel V.

Ook de karakterisering van radioactief afval en de

onvoorwaardelijke vrijgave van het afval na de karakterisering door een andere uitbater zijn aandachtspunten.

Het aantal versnellers in België die al jaren niet meer worden gebruikt, blijft toenemen. Tot nu toe werd voor geen enkele een officiële aanvraag voor een ontmantelingsvergunning ingediend bij het FANC.

### 1.3 Voorbereiding en reactie op noodsituaties

#### 1.3.1 Noodplanoefeningen

In 2016 werden drie noodplanoefeningen georganiseerd onder toezicht van de Algemene Directie Crisiscentrum (ADCC) van de Federale Overheidsdienst (FOD) Binnenlandse Zaken:

- in maart voor de kerncentrale van Doel: gedeeltelijke oefening beperkt tot de interactie tussen de crisiscel voor noodsituaties van de uitbater (on-site) en de evaluatiecel CELEVAL (off-site);
- in oktober voor de nucleaire installatie van het IRE: gedeeltelijke oefening beperkt tot de interactie tussen de crisiscel voor noodsituaties van de uitbater (on-site) en de evaluatiecel CELEVAL (off-site);
- in november voor de kerncentrale van Tihange: methodologische begeleidende oefening met deelname van lokale instanties en hulpdiensten alsook van federale cellen en comités (coördinatiecomité, evaluatie-/informatie-/meetcellen). Een begeleidend team heeft de deelnemende instanties bijgestaan tijdens alle fases van deze oefening (ontwikkeling, voorbereiding, uitvoering en evaluatie).

Al deze oefeningen werden voorbereid, uitgevoerd en geëvalueerd volgens de huidige Belgische methode voor de voorbereiding, uitvoering en evaluatie van noodplanoefeningen. Bel V leverde een grote bijdrage aan deze oefeningen, als 'stakeholder', maar ook als 'controller' en 'beoordelaar' voor de oefening voor de

kerncentrale van Tihange (een vertegenwoordiger van Bel V was aangeduid als lid van de oefenbegeleiding). Een vertegenwoordiger van Bel V was ook betrokken in een workshop voor interveniënten, een Table-Top gewijd aan 'Informatiestromen' en een informatiesessie die werden georganiseerd in het kader van deze oefening.

Naast de bovenvermelde oefeningen nam Bel V deel aan twee interne oefeningen (in de interne gezamenlijke crisiscel van het FANC en Bel V) georganiseerd door het FANC.

#### 1.3.2 Andere verwante activiteiten

Bel V nam ook verder deel aan projecten die de voorbije jaren werden opgezet (zoals de implementatie in de verschillende noodplanningszones van de principes en richtlijnen voor de oprichting van dergelijke interventiezones zoals bepaald in 2009/2010 of de ontwikkeling van verbeteringen van de bescherming van interveniënten bij een radiologische noodsituatie).

Bel V werd samen met het FANC betrokken door het ADCC bij de revisie van het koninklijk besluit betreffende het nucleair en radiologisch noodplan voor het Belgische grondgebied. Na consultatie van verschillende stakeholders wordt een geconsolideerde geactualiseerde versie van dit noodplan verwacht in de loop van 2017.

### 1.3.3 Verbetering van de rol van Bel V

Opdat België, en in het bijzonder Bel V, terdege voorbereid zou zijn om adequaat te reageren in geval van nucleaire noodsituaties:

- namen Bel V-medewerkers deel aan de Belgische noodplanoefeningen, die (naast de interventieactiviteiten) veel werk vereisten van het Bel V-crisisteam, van de uitbater en van de andere betrokken partijen (evaluatiecel van de ADCC) op het vlak van voorbereiding, observatie en evaluatie;
- nam een vertegenwoordiger van Bel V deel als opleider aan een Train-the-Trainer-opleiding betreffende noodplanning voor interveniënten (Brussel, april 2016);
- nam een vertegenwoordiger van Bel V deel als opleider aan een workshop voor interveniënten van de provincie Namen (Jambes, april 2016);
- is Bel V betrokken bij een project gecoördineerd door het Franse Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) (*FASTNET: FAST Nuclear Emergency Tools*) in het kader van het Horizon 2020-kaderprogramma voor onderzoek en innovatie. Dit project is in 2016 gestart, met een voorziene duur van 4 jaar.

### 1.3.4 Internationale samenwerking

Bel V nam, deels ter ondersteuning van de Belgische bevoegde overheden, deel aan de volgende werkgroepen:

- *Working Group Emergencies* van HERCA (*Heads of European Radiological protection Competent Authorities*);
- de uitwisselingsvergadering tussen het IRSN, het FANC en Bel V over noodplanning (Fontenay-Aux-Roses, juni 2016);
- overlegvergaderingen tussen de Duitse, Nederlandse en Belgische overheden (Brussel, april en juli 2016 en Düsseldorf, november 2016).

2

**INLEIDING**

MARC DUBOIS



Het jaar 2016 was weer gevuld met een groot aantal projecten en veiligheidsevaluaties, en dat zowel in België als daarbuiten. Bel V zet zijn toezichtactiviteiten voort wat betreft de veiligheidsaspecten van belangrijke projecten (PSR, LTO, stresstests, installaties voor de opslag van afval, PSA, Myrrha enz.) in de verschillende Belgische installaties. Daarbij gaat het zowel om de bijbehorende actieplannen als de prelicensingfase, de licensingfase enz. Om deze veiligheidsdossiers optimaal te behandelen is het cruciaal om intussen Bel V als organisatie nog doeltreffender te maken, onze concrete werkingsprocessen te verbeteren en een hoog expertiseniveau op te bouwen en aan te houden.

De organisatie van Bel V is dan ook aangepast om de focus eerder op de werkingsprocessen dan op de structuur te leggen. Het personeel van Bel V wordt in dat kader eerder in de processen geïntegreerd op basis van de in te vullen rol dan op basis van de hiërarchische positie binnen de organisatie.

De processen worden in dat opzicht ook geregeld aangepast en verbeterd dankzij het kwaliteitsbeheersysteem. Bovendien wordt er gewerkt aan performantere beheertools om de toenemende werklust beter te managen en de prioriteiten te bepalen.

Het expertiseniveau wordt gemonitord en beoordeeld door een specifiek proces, waarbij onder meer rekening wordt gehouden met kennisbeheer en -overdracht, en een actieve deelname aan internationale werkgroepen en projecten. Verder wordt een gegradueerde benadering van de veiligheid uitgewerkt, met de nodige documentatie, om weldoordacht te gebruiken.

Al deze elementen inzake continue verbetering vormen samen het operationele plan van Bel V, rekening houdend met de evoluerende context in de sector voor nucleaire veiligheid, namelijk de reglementering, het beheer van de verouderende installaties en het afval, de 'peer reviews' en de wensen van de overheid en de uitbaters.



# 2

## VEILIGHEIDS-EVALUATIES EN NATIONALE PROJECTEN

### 2.1 Probabilistische veiligheidsanalyse (PSA - Probabilistic Safety Assessment)

In het kader van de implementatie van de WENRA-referentieniveaus (versie 2008) voor alle bestaande kerncentrales - en zoals vereist door het koninklijk besluit van 30 november 2011 - zetten ENGIE Electrabel en Tractebel Engineering hun inspanningen voort om 'Internal Fire PSA'- en 'Internal Flooding PSA'-modellen uit te werken voor de Belgische kerncentrales. Deze PSA-modellen bevatten een centralespecifieke PSA Level 1 voor elke Belgische eenheid (met inbegrip van Doel 1/2, waarvoor de ontwikkeling van modellen voor een 'Fire PSA' en een 'Flooding PSA' eerst werd geannuleerd door de definitieve stopzetting die aanvankelijk was voorzien voor 2015, maar dan opnieuw werd opgestart door de levensduurverlenging van beide eenheden) en een PSA Niveau 2 voor een representatieve eenheid (Doel 3). Alle operationele fasen van een kerncentrale komen hierbij aan bod. In 2016 zette Bel V de evaluatie van de ontwikkeling van de 'Flooding PSA' voor alle eenheden verder en stelde het zijn evaluatierapport voor dit project op. Voor de 'Internal Fire PSA' Level 1 focuste Bel V zich op de analyse van de resultaten die eind 2015 werden verkregen voor de eerste fase van het project (dat bestond uit het verkrijgen van

de eerste ruwe resultaten gebaseerd op een omhullende analyse, d.w.z. rekening houdend met conservatieve modellen en hypothesen, bv. in verband met de beoordeling van de impact van brand op kabels of de berekening van de verspreiding van brand in de verschillende compartimenten van de centrale). Bel V startte ook met de evaluatie van de aanpak voorgesteld door de uitbater voor de tweede fase van het 'Fire PSA' Level 1-project, met het oog op het verkrijgen van realistischere en bruikbaarere resultaten. In 2016 monitorde Bel V eveneens het project 'Fire & Flooding PSA' Level 2 en maakte het een voorontwerp van zijn evaluatierapport over dit project.

Tegelijkertijd evalueerde Bel V de update (toevoeging van recente gegevens en wijzigingen in de centrale) en de upgrade (verbeteringen van bepaalde methodologische aspecten) van de bestaande Level 1 en Level 2 PSA-modellen voor interne gebeurtenissen. In 2016 werden het syntheserapport over de integratie van de recente Belgische operationele ervaringsfeedback in het Level 1 PSA-model voor Doel 3 en de documentatie van de interface voor het Level 2 PSA-model voor interne gebeurtenissen

voor Doel 3 (dat ook de integratie bevat van de wijzigingen uitgevoerd tijdens de upgrade van het Level 1 PSA-model voor Doel 3) afgeleverd aan Bel V. Niettemin werden deze projecten later gestaakt door een aanzienlijk dringende werklast in verband met de verfijning van de Level 1 'Fire PSA'-modellen. Deze projecten zullen begin 2018 worden hernomen.

In 2016 beoordeelde Bel V binnen de context van de 4e periodieke veiligheidsrevaluatie van Doel 1/2 de analyse van de uitbater in verband met Veiligheidsfactor 6 (volgens Specifieke Veiligheidsnorm SSG-25 van het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA)). Dit resulteerde in een actieplan dat zal worden geïmplementeerd tijdens de upgrade van de Level 1 en Level 2 PSA-modellen van Doel 1/2.

Via de jaarlijkse vergadering met het 'PSA Standing Committee' van ENGIE Electrabel en Tractebel Engineering

volgde Bel V het gebruik van de PSA-modellen door ENGIE Electrabel voor verscheidene PSA-toepassingen op. Bel V controleerde in het bijzonder de naleving van de voorwaarden van het koninklijk besluit van 30 november 2011 met betrekking tot PSA-toepassingen (bv. het gebruik van PSA voor het controleren van de geschiktheid van procedures en aangebrachte wijzigingen en voor de beoordeling van de ernst van operationele gebeurtenissen, alsook het gebruik van de PSA-resultaten als input voor het opleidingsprogramma van de uitbaters op beide sites). In 2016 besprak Bel V ook het herziene beleid van de uitbater wat betreft PSA-ontwikkelingen en het gebruik van PSA als een tool voor de algemene veiligheidsrevaluatie binnen het kader van de periodieke veiligheidsrevaluaties.

Voor de internationale en R&D-activiteiten van Bel V rond de PSA-methodologie en PSA-toepassingen verwijzen we naar hoofdstuk 4.4 over Research & Development.

## 2.2 Periodieke veiligheidsrevaluatie (PSR - Periodic Safety Review)

De periodieke veiligheidsrevaluatie (PSR) bestaat uit een evaluatie door de uitbater van de 'veiligheidsfactoren' zoals bepaald in de 'IAEA Safety Guide' NS-G-2.10 (onlangs vervangen door SSG-25), waarvan het gebruik werd opgelegd door het Fanc voor alle in alle nucleaire installaties van Klasse I.

- Kerncentrales - tweede gemeenschappelijke PSR's  
Alle evaluatierapporten voor Doel 1/2, Doel 4, Tihange 1 en Tihange 3 (één per veiligheidsfactor en één voor de globale veiligheidsbeoordeling) werden door Bel V beoordeeld en de conclusies hiervan werden besproken met de uitbater. De actieplannen die hieruit voortvloeien werden goedgekeurd door het FANC. De uitvoering ervan door de uitbater is gestart.
- De voorbereidende fase van de tweede periodieke veiligheidsrevaluatie van het IRE werd beëindigd. De documenten met de beschrijving van de methodologie voor de evaluatie van de 15 veiligheidsfactoren werden gerevalueerd en eind december 2016 goedgekeurd door Bel V. De evaluatie van de 15 veiligheidsfactoren zal starten in januari 2017 en de afronding ervan is gepland voor eind 2018. De vordering van de evaluatiefase zal worden opgevolgd door Bel V.

- De periodieke veiligheidsrevaluatie 'PSR 2016' van het SCK•CEN werd volgens het vooropgestelde tijdschema afgehandeld door de uitbater en afgesloten op 1 juli. Vervolgens heeft Bel V zijn analyse van de globale evaluatie uitgevoerd en aan het FANC overgemaakt. De resultaten van de analyse werden voor advies voorgelegd aan de Wetenschappelijke Raad van het FANC op zijn zitting van 9 december. Deze Raad heeft een positief advies gegeven op de geformuleerde besluiten en het daarop aansluitende actieplan voor implementatie.
- In het kader van de tienjaarlijkse veiligheidsherziening bij Belgoprocess Site 2 werden op 30 juni de evaluatierapporten van de 14 individuele veiligheidsfactoren ontvangen, evenals het globaal evaluatierapport met inbegrip van een actieplan. De daaropvolgende maanden werden deze documenten geanalyseerd door Bel V. Het resultaat hiervan zijn 15 veiligheidsevaluatierapporten, die aan het FANC en de uitbater werden overgemaakt. Hierna hebben verschillende overlegvergaderingen tussen Bel V en Belgoprocess plaatsgevonden om de talrijke bemerkingen van Bel V te bespreken.

## 2.3 Long-Term Operation (LTO) - Tihange 1

De uitvoering bij Tihange 1 van het actieplan werd voortgezet in 2016:

- Ontwikkeling van een programma voor verouderingsbeheer ('Ageing Management');
- Herbeoordeling van het ontwerp ('Agreed Design Upgrade').

De werkzaamheden in verband met het thema 'Ageing' werden beëindigd tijdens de jaarlijkse stop van 2016. De effectieve afronding van de werkzaamheden in verband met 'Ageing' werd gecontroleerd door Bel V, conform het koninklijk besluit van 27 september 2015 met betrekking tot de langetermijnuitbating van Tihange 1.

De vooruitgang van de drie grote projecten binnen het thema 'Design' is voor 2016 als volgt:

- De bouw van de nieuwe gebouwen (BUR-D en BUR-E) en de technische galerijen, uitgevoerd in het kader van de uitbreiding van het noodstelsel (SUR) van Tihange 1, werd verdergezet en de planning van het LTO-actieplan wordt gerespecteerd. Dit ondanks een incident op 7 september, tijdens civieltechnische werken in verband met de bouw van een van de nieuwe galerijen, waarbij per ongeluk beton werd geïnjecteerd ('jet grouting') onder de vloerplaat van een naburig gebouw waar veiligheidsuitrusting zijn opgesteld. Dit incident heeft geleid tot de stop van een eenheid sinds die datum, voor onderzoek naar de oorzaken, herstelling

en rechtvaardiging voor de heropstart.

- De nieuwe 'full-scope'-simulator voor Tihange 1 werd geïnstalleerd in een daarvoor gebouwde uitbreiding van het 'Centre de Formation Nucléaire' (CFN) en werd in dienst gesteld in maart 2016 conform de planning van de projecten LTO en Design.
- De verbeteringen van de branddetectie en -veiligheid worden uitgevoerd in 4 fasen, van 2015 tot eind 2019. De vorderingen van de werkzaamheden stemmen overeen met de planning.

De 'follow-up' door het IAEA van de SALTO-missie (*Safety Aspects of Long-Term Operation*), uitgevoerd in januari 2015 op vraag van het FANC (in zijn strategische nota), heeft plaatsgevonden van 6 tot 9 december.

- Het voorlopig rapport van deze follow-up, door het IAEA voorgesteld aan de overheden, besluit dat van de 10 'issues' (suggesties en aanbevelingen) die werden geïdentificeerd door de experts tijdens de SALTO-missie in januari 2015, er 8 zijn opgelost en voor 2 ervan voldoende vooruitgang is gemaakt. De opstelling van het SALTO-rapport wordt voorzien voor begin februari 2017.
- Deze follow-up sluit de volledige SALTO-missie van het IAEA voor Tihange 1 af. Bel V en het FANC zullen de opvolging verzekeren van de 2 niet-afgeronde acties.

## 2.4 Long-Term Operation (LTO) - Doel 1/2

In 2015 heeft de uitbater een geïntegreerd actieplan opgesteld. De volledigheid van de verschillende werkpakketten en de documenten die aan de basis liggen van het geïntegreerd actieplan en de conformiteit van dit actieplan met de eisen zoals beschreven in de FANC-beleidsnota van september 2014 werden in 2015 beoordeeld en bevestigd. Dit actieplan bevat de voorgestelde planning en de prioritering van de acties tegenover de hoofdmijlpaal

van dit project, namelijk de doorstart in LTO-uitbating (de zogenaamde 'TO-datum'). De uitvoering van alle prioritaire acties die dienden afgewerkt te worden voor de doorstart in LTO-uitbating (cyclus 41), terwijl eveneens aan de LTO-precondities moest worden voldaan, is door Bel V geattesteerd eind 2015. Andere wijzigingen kunnen gespreid worden over een termijn van 3 jaar (en uitzonderlijk 5 jaar) na de goedkeuring van het LTO-dossier.



De voorbereiding van de uitvoering van de verschillende LTO-acties die gepland zijn tijdens vermogenswerking en tijdens de revisies van 2016 en 2017 en vooral tijdens de lange gemeenschappelijke stops die gepland zijn in 2018 en 2019 loopt verder. Bel V volgt deze voorbereidingen en de uitvoering van de wijzigingen van nabij op. Ook worden de lopende rekruterings oefening en de alternatieven die voorgesteld werden toen bleek dat men niet tijdig voldoende personeel kon aanwerven en opleiden, van nabij opgevolgd en geëvalueerd.

Tijdens de revisies van 2016 is conform aan het koninklijk besluit van 27 september 2015 betreffende de aanvulling van de vergunningsvoorwaarden van de kernreactoren Doel 1 en Doel 2 in het kader van de langetermijnuitbating de oplevering geattesteerd van de verschillende LTO-acties die tijdens deze revisies zijn uitgevoerd, voorafgaand aan de opstart na revisie.

Ook heeft in 2016 een IAEA-expertmissie plaatsgevonden met betrekking tot LTO. Deze expertmissie maakt deel uit van de voorbereiding van de uiteindelijke SALTO-missie, die zal doorgaan in februari 2017. Tijdens de expertmissie bekeek een team van zeven internationale IAEA-experts de LTO-aanpak van de kerncentrale van Doel om het referentiekader vast te leggen voor de effectieve SALTO-missie van februari 2017.

Onderstaande vier domeinen maakten deel uit van de scope van deze expertmissie:

- organisatie, licensing, wijzigingen;
- scoping en screeningprogramma's voor LTO;
- aanpak in het elektrisch en instrumentatiedomein;
- human resources en competentie- en kennisbeheer.

De globale conclusie van het IAEA-team was dat het LTO-project van Doel 1/2 in lijn is met de IAEA-standaarden. De experts gaven aan onder de indruk te zijn van het

werk dat het voorbije jaar op de site van de kerncentrale van Doel is verzet in het kader van het LTO-project. Ook de openheid van de medewerkers van de centrale en de bereidheid om te werken aan continue verbetering werden meerdere keren geroemd. De goede samenwerking en de ervaringsuitwisseling met de kerncentrale van Tihange en de diensten van Nuclear Corporate bleven ook niet onopgemerkt. Daarnaast viel het hen eveneens op dat de installaties van Doel 1/2 in goede staat zijn.

Op het einde van de missie gaf het team aan dat ze het geheel van kwaliteitsmaatregelen in het *In Service Inspection*-programma (ISI) van de kerncentrale van Doel beschouwden als een goede praktijk (*good practice*).

Naast nog 8 andere positieve bevindingen (*good performances*) kreeg de kerncentrale van Doel ook 6 aanbevelingen (*recommendations*) en 4 suggesties (*suggestions*) om het LTO-project verder te versterken. Zo raadde het team onder meer aan om de bestaande organisatie voor 'ageing management' zoals al gepland te versterken, de kerncentraleprogramma's verder te vergelijken met de IAEA-standaarden, housekeeping en onderhoudspraktijken bij werkzaamheden op elektrische en instrumentatieborden verder te versterken, de personeelsbezetting op de site op lange termijn te bekijken, effectieve opleidingsprogramma's te garanderen voor alle betrokkenen bij de levensduurverlenging van Doel 1/2 en kennisoverdracht te verzekeren vanuit het LTO-project naar de rest van de organisatie op de kerncentrale van Doel.

Deze aanbevelingen worden geïntegreerd in het LTO-actieplan en meegenomen in de verdere levensduur van Doel 1/2. Het FANC volgt de verwezenlijking op van de correctieve acties die hiermee gepaard gaan. Deze aanbevelingen moeten worden uitgevoerd tegen de SALTO-missie van 2017.

## 2.5 BEST-project

Naar aanleiding van het ongeval in de Japanse kerncentrale van Fukushima-Daiichi op 11 maart 2011 werd in de lidstaten van de Europese Unie die kerncentrales uitbaten op hun grondgebied een grootschalig en gericht programma ingevoerd voor de herevaluatie van de veiligheid. Deze zogenaamde 'stresstests' zijn bedoeld om te beoordelen hoe de Europese kerncentrales de gevolgen van extreme natuurlijke gebeurtenissen kunnen weerstaan en om eventueel de nodige acties te ondernemen.

De stresstests van de Belgische kerncentrales omvatten de volgende belangrijke stappen:

1. rapporten van ENGIE Electrabel (2011),
2. nationaal rapport van de veiligheidsinstantie (2011),
3. 'peer review', bezoek ter plaatse en definitief globaal rapport van ENSREG (European Nuclear Safety Regulators Group), in overeenstemming met de ENSREG-methodologie (2012),
4. actieplan van ENGIE Electrabel op basis van de bevindingen van de vorige stappen, en goedkeuring door de veiligheidsinstantie (2012).

Bel V was betrokken bij stappen 2 en 4.

Bel V is nu belast met de technische en organisatorische opvolging van de implementatie van de acties door ENGIE Electrabel. Deze opvolging omvat de evaluatie van studies en implementaties, regelmatige opvolgingsvergaderingen en inspecties ter plaatse, soms met de bijdrage van het FANC.

Sinds 2011 zijn de sites Doel en Tihange het voorwerp van verschillende verwezenlijkingen zoals: versterking van

de structuren, systemen en componenten om bestand te zijn tegen een grote aardbeving, bouw van beschermingen tegen overstromingen, en extra mobiele middelen (pompen, dieselgeneratoren). De twee sites zijn nu op een gepaste manier beschermd tegen natuurrampen zoals overstromingen of aardbevingen.

Eind 2016 werden de strategieën om tegemoet te komen aan het wegvallen van de stroomtoevoer of koude bronnen op de twee sites goed gedefinieerd; de werkzaamheden zijn afgerond in Doel en bijna afgewerkt in Tihange. Deze laatste werken, samen met de werken voor de gefilterde containment-afblaas-systemen van de eenheden van Doel en Tihange en de werkzaamheden voor een nieuwe back-up van het huidig operationeel crisiscentrum in Tihange, maken deel uit van de belangrijkste acties die moeten worden afgewerkt in het kader van de acties die voortvloeien uit de stresstests.

Kortom, eind 2016 heeft uitbater ENGIE Electrabel meer dan 85% van het actieplan uitgevoerd en wil het een groot deel van de resterende acties realiseren in 2017.

Net als vorige jaren hield ENGIE Electrabel Bel V en het FANC in 2016 op de hoogte van de redenen waarom bepaalde acties waren uitgesteld of gewijzigd, zoals de complexiteit van de studies en implementaties, bijkomende acties naar aanleiding van conclusies van studies, problemen met leveranciers (naleving van het bestek, faillissementen enz.) of de noodzaak om deze activiteiten te organiseren tijdens de stops. De analyse van de oorzaak van vertragingen leidde tot herzieningen van het actieplan. Het gaat om soms aanzienlijke vertragingen (naar schatting één of zelfs twee jaar) voor de meest ambitieuze veiligheidsverbeteringen, die een impact hebben op de algemene voortgang van het BEST-project.

## 2.6 Beheer van gebruikte splijtstof en radioactief afval

Sinds de vergunningsaanvraag door NIRAS op 31 januari 2013 is Bel V, samen met het FANC, nauw betrokken bij de besprekingen over de vergunningstoekenning voor de toekomstige installatie voor berging van radioactief afval van korte en middellange levensduur (afval van categorie A) in Dessel. In 2016 was Bel V nog steeds erg betrokken bij de analyse van de antwoorden van NIRAS op meer dan 200 vragen die werden ingediend bij NIRAS. In het kader van de beoordeling van de veiligheid op lange termijn zette Bel V zijn activiteiten (met behulp van eigen capaciteiten inzake modellering) voor een onafhankelijke verificatie van de veiligheid voort.

In 2014 zetten het FANC en Bel V een samenwerking op in het kader van het Belgisch programma voor de definitieve berging van afval van categorie B en C in diepe geologische formaties. In dit opzicht droeg Bel V in 2016 bij tot de ontwikkeling van de Strategic Research Needs (SRN) om de behoeften van de regelgevende instantie te structureren voor onderzoek en ontwikkeling inzake de geologische berging van radioactief afval en bestraalde splijtstof. Tijdens deze fase van het project ligt de nadruk van de Strategic Research Needs op belangrijke kwesties die van kritiek belang zijn voor de evaluatie van Safety & Feasibility Case 1 (SFC 1) die door NIRAS gepland is in 2020 (d.w.z. kwesties in verband met de selectie van gastgesteentes en sites). Er werd een Implementatieplan (momenteel ontwikkeld voor de periode 2017-2019) ontwikkeld voor het onderzoek van de belangrijkste kwesties geïdentificeerd in de Strategic

Research Needs in termen van prioriteiten, voorziene acties, vereiste menselijke en financiële middelen, 'deliverables' en deadlines.

In het kader van de goedkeuring door Bel V van het Topical Safety Assessment Report (TSAR) voor een nieuw type container met dubbele functie voor de opslag van gebruikte splijtstof op de Doel-site, werd dit proces met vragen en antwoorden tussen de verschillende partijen voortgezet in 2016.

In 2013 werd bij Belgoproces een gelachtige substantie ontdekt in een aantal afvalvaten van de kerncentrale van Doel. Uit verder onderzoek bleek dat dit probleem zich mogelijk stelde bij duizenden vaten die zijn opgeslagen bij Belgoproces. Sinds de ontdekking controleert Bel V dat Belgoproces de nodige maatregelen treft om de veiligheid van de opslaggebouwen te verzekeren. Bovendien controleert Bel V dat de kerncentrale van Doel nieuwe en veilige conditioneringsprocessen ontwikkelt voor de afvalstromen waarop dit probleem van gelvorming betrekking heeft en dat de tijdelijke opslag van niet-geconditioneerd radioactief afval nog altijd veilig is. In het kader van dit probleem van gelvorming werd in 2016 een pre-licensingfase gestart voor een nieuw gebouw op de site van Belgoproces gewijd aan de opslag van deze vaten. Bel V voerde een veiligheidsanalyse uit van de documenten die het ontving van Belgoproces in het kader van deze pre-licensingfase.

## 2.7 MYRRHA

MYRRHA is een multifunctionele bestralingsinstallatie waarbij een protonversneller van 600 MeV is gekoppeld aan een lood-bismutgekoelde snelspectrumreactor van 100 MWth door spallatiereacties. De fase vóór vergunningverlening ('pre-licensing') van het MYRRHA-project, opgestart in 2011 om na te gaan of de installatie

in aanmerking komt voor een vergunning, werd in 2016 voortgezet. Deze fase werd verlengd tot in 2019.

In deze context beoordeelt Bel V de 'deliverables' van het SCK•CEN voor bepaalde aandachtspunten (technische kwesties die nieuw zijn of nog niet voldoende uitgewerkt

zijn, die specifiek zijn voor MYRRHA en die een impact hebben op de veiligheid van de installatie) die door de regelgevende instantie (het FANC en Bel V) werden geïdentificeerd. Eind 2016 had het SCK•CEN minder dan de helft van de 'deliverables' opgeleverd. Er werden technische vergaderingen georganiseerd waarop de aandachtspunten met het SCK•CEN werden besproken. Gezien de constante ontwikkeling van het MYRRHA-ontwerp worden veel 'deliverables' pas in 2017 of later verwacht.

Maar aangezien de aandachtspunten pas in het derde kwartaal van 2017 allemaal behandeld zullen worden, wil SCK-CEN focussen op de drie eerste volumes van de 'Design Options and Provisions File' (DOPF), een document opgesteld door de ontwerper met - aan de hand van een 'top-down'-benadering - een beschrijving

van de veiligheidsdoelstellingen, de veiligheidsopties, het veiligheidsontwerp, de operationele specificaties en de veiligheidsvoorzieningen.

Daarnaast is het SCK•CEN van plan om in 2017 een vergunningsproces te starten voor de ontwikkeling en uitbating van een deeltjesversneller van 100 MeV, met 2018 als einddatum. De bouwwerken zijn gepland voor 2019-2022 en de indienstelling voor 2024 (fase 1 van MYRRHA). Die versneller zou daarna geüpgraded worden naar 600 MeV (fase 2 van MYRRHA) en uiteindelijk zou er een reactor worden gebouwd (fase 3 van MYRRHA).

Tot slot behoudt het SCK-CEN ook nog de optie van een bijkomend design met vrij belangrijke wijzigingen (looptypedesign in plaats van pooltypedesign).

## 2.8 SF<sup>2</sup> - opslagfaciliteiten bestraalde splijtstof

ENGIE Electrabel voert een pre-licensingproces uit voor twee tijdelijke opslagplaatsen voor bestraalde splijtstof op de site zelf, één op de site van Doel en één op de site van Tihange. De huidige tijdelijke opslagplaatsen voor bestraalde splijtstof in Doel en Tihange zullen vol zijn tegen 2023.

Ter ondersteuning van het ontwerp en de rechtvaardiging ervan, werd er een strategische nota opgesteld door de veiligheidsinstantie met haar verwachtingen op vlak van het respecteren van de veiligheid, de beveiliging en de splijtstofinventarisatie. Ook stralingsbescherming en transportaspecten werden hierin opgenomen.

De SF<sup>2</sup>-veiligheidsdemonstratie is gebaseerd op de nieuwe FANC-richtlijn voor veiligheidsdemonstraties voor nieuwe nucleaire installaties van Klasse I, rekening houdend met de WENRA-publicaties over veiligheidsdoelstellingen voor nieuwe kerncentrales.

Voor beide installaties werd het concept van droge opslag in containers met dubbele functie (transport en opslag) geselecteerd.

De pre-licensingfase resulteerde in een 'Design Options and Provisions File', waarin de potentiële vergunningsaanvrager (ENGIE Electrabel) de gekozen voorzieningen voor nucleaire veiligheid en beveiliging heeft voorgesteld, rekening houdend met de verplichtingen voor nucleaire splijtstofinventarisatie, op een manier die tegemoetkomt aan de verwachtingen van de nucleaire regelgevende instanties, zoals uiteengezet in de strategische nota. Het 'Design Options and Provisions File' wordt momenteel geanalyseerd door Bel V.

Verwacht wordt dat beide SF<sup>2</sup>-opslagfaciliteiten voor bestraalde splijtstof operationeel zullen zijn in 2023.



# 3

## INTERNATIONALE ACTIVITEITEN EN PROJECTEN

### 3.1 Activiteiten van de OESO en het IAEA

Bel V nam deel aan de activiteiten van de volgende comités, werkgroepen en vergaderingen van de Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OESO):

- 'Committee on Nuclear Regulatory Activities' (CNRA);
- 'Committee on the Safety of Nuclear Installations' (CSNI);
- 'Nuclear Science Committee' (NSC);
- 'CNRA Working Group on Inspection Practices' (WGIP);
- 'CNRA Working Group on Operating Experience' (WGOE);
- 'CSNI Working Group on Fuel Cycle Safety' (WGFCS);
- 'CSNI Working Group on Risk Assessment' (WGRISK);
- 'CSNI Working Group on the Analysis and Management of Accidents' (WGAMA);
- 'CSNI Working Group on the Integrity and Ageing of Components and Structures' (IAGE) en subgroepen over de integriteit van metalen structuren en componenten en de veroudering van betonstructuren;
- 'CSNI Working Group on Human and Organizational Factors' (WGHOF);
- 'CSNI Working Group on Fuel Safety Margins' (WGFSM);
- 'Senior-level Task Group on the Safety Culture of the Regulatory Body' (SCRB);
- 'RWMC Integration Group for the Safety Case' (IGSC);
- 'RWMC Working Party on Decommissioning and Dismantling' (WPDD);
- verschillende OESO-projecten (zie ook hoofdstuk 4.4 over R&D);
- de activiteiten van de coördinatoren van het 'Incident Reporting System' (IRS, IRSRR, FINAS).

In april 2016 organiseerden het FANC en Bel V de 13e International Nuclear Regulatory Inspection Workshop van OESO/NEA/CNRA/WGIP in Brugge. Deze succesvolle workshop werd bijgewoond door 58 deelnemers uit 18 landen.

De directeur-generaal van Bel V is lid van de International Nuclear Safety Group (INSAG) van het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) en woonde de najaarsvergadering bij. Hij is ook ondervoorzitter van het Steering Committee van het Technical and Scientific Support Organization Forum (TSOF) van het IAEA en woonde in die hoedanigheid twee vergaderingen bij in 2016. De directeur-generaal van Bel V is ook de Belgische vertegenwoordiger in het Nuclear Safety Standards Committee (NUSSC) van het IAEA.

Experts van Bel V namen deel aan verscheidene conferenties, workshops en vergaderingen van technische comités van het IAEA, voornamelijk over de volgende onderwerpen:

- ernstige fenomenen bij een ongeval (insluiting van gesmolten kern in het reactorvat, coriumkoeling vanuit het reactorvat);
- cyberbedreigingen en computerveiligheid in nucleaire installaties;
- vermoeiingsanalyse voor langetermijnnuitbating;
- ervaringsfeedback voor kerncentrales en andere installaties;
- veiligheid van beheer en berging van radioactief afval;
- veiligheids- en controlemiddelen van bestralingsinstallaties;
- menselijke en organisatorische factoren en veiligheids-cultuur;
- kennisbeheer;
- doeltreffende nucleaire regelgevende systemen.

Een vertegenwoordiger van Bel V is lid van het Steering Committee on Regulatory Capacity Building and Knowledge Management (gecoördineerd door het IAEA). Hij woonde de achtste vergadering van dat comité bij.

## 3.2 Samenwerking met veiligheidsinstanties

### 3.2.1 Western European Nuclear Regulators Association (WENRA)

Vertegenwoordigers van Bel V namen ter ondersteuning van de vertegenwoordigers van het FANC deel aan de voor- en najaarsvergaderingen van de WENRA. Tijdens deze vergaderingen werd een stand van zaken opgemaakt van het werk van de subgroepen (zie hieronder). Tijdens deze vergaderingen kwamen ook interfaces met andere internationale fora (vooral ENSREG, HERCA en ENSRA (European Nuclear Security Regulators Association)) ter sprake. In 2016 werd bijzondere aandacht besteed aan de voorbereiding van de eerste thematische 'peer review' (rond verouderingsbeheer) die zal worden georganiseerd in het kader van de richtlijn inzake nucleaire veiligheid

van de Europese Commissie, de tijdige implementatie van redelijkerwijs uitvoerbare veiligheidsverbeteringen aan bestaande kerncentrales, de huidige status wat betreft problemen met reactorvaten en de Verklaring van Wenen inzake Nucleaire Veiligheid.

#### Reactor Harmonization Working Group (RHWG)

Bel V nam in 2016 deel aan drie vergaderingen van de werkgroep reactorharmonisering (RHWG). De belangrijkste publicaties van de RHWG in 2016 gingen over de specifieke richtlijnen voor natuurlijke gebeurtenissen (extreme weersomstandigheden, aardbevingen en externe overstromingen) als aanvulling op het 'Guidance Document - Issue T: Natural Hazards' (gepubliceerd in 2015) en de referentieniveaus voor 'Issue T' (gepubliceerd

in 2014). De RHWG heeft de gesprekken voortgezet over het benchmarken van de implementatie van de referentieniveaus 2014 in nationale regelgeving. De RHWG werkte ook een voorstel af voor de technische specificaties voor de eerste thematische 'peer review' rond verouderingsbeheer (zie boven).

### Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD)

In 2016 nam Bel V deel aan het opstellen van een nieuw verslag met veiligheidsreferentieniveaus (SRL - Safety Reference Levels) voor afvalverwerkingsinstallaties. In februari nam Bel V deel aan de 36e vergadering van de WGWD (in Liverpool, Verenigd Koninkrijk), waar dat RSL-verslag over de verwerking van kernafval verder werd besproken tijdens de plenaire groep. In juni nam Bel V deel aan een subgroep van de WGWD (werkvergadering die plaatsvond in Brugg, Zwitserland) om de tekst van dit SRL-rapport af te werken. Het SRL-rapport over 'Kernafvalverwerking' werd vervolgens goedgekeurd door de WGWD tijdens de 37e plenaire vergadering (gehouden in september in Den Haag, Nederland). Het WENRA-WGWD-rapport over 'Kernafvalverwerking' werd uiteindelijk in oktober goedgekeurd door de raad van bestuur van WENRA.

### 3.2.2 Frans-Belgische werkgroep inzake nucleaire veiligheid

Deze werkgroep bestaat uit de regelgevende instanties van Frankrijk en België (de ASN, het IRSN, het FANC en Bel V). Elk jaar worden twee vergaderingen georganiseerd, één in Parijs en de andere in Brussel (waarbij deze laatste wordt voorgezeten door Bel V). Tijdens deze werkgroep komen tal van onderwerpen over nucleaire veiligheid aan bod.

In 2016 werd uitzonderlijk maar één vergadering georganiseerd, voorgezeten door Bel V. De belangrijkste onderwerpen op deze vergadering waren: nieuwe regelgevende initiatieven in beide landen, status van de kerncentrales van Chooz en Gravelines, cross-inspecties, feedback over noodplanoefeningen, ervaringsfeedback

in Belgische installaties van Klasse IIA, en problemen in verband met belangrijke mechanische componenten, zoals reactorvaten en stoomgeneratoren.

### 3.2.3 Belgisch-Zwitserse werkgroep

Deze werkgroep bestaat uit de regelgevende instanties van Zwitserland en België (respectievelijk ENSI en het FANC en Bel V). Elk jaar wordt een vergadering georganiseerd, afwisselend in Brugg en Brussel.

In 2016 werden onder meer de volgende onderwerpen besproken: langetermijnveiligheid van afvalbeheer en het kiezen van de site voor een installatie voor geologische berging, het aftasten van een mogelijke samenwerking voor de definitieve sluiting en ontmanteling van kerncentrales, de langetermijnuitbating van kerncentrales, problemen in verband met reactorvaten en de veroudering van containers met een dubbele functie.

In november 2016 was er een uitwisselingsvergadering over buitenbedrijfstelling tussen ENSI en Bel V/FANC. Op de eerste dag werd er een bezoek aan Zwiilag georganiseerd, met bezoeken aan verschillende installaties, d.w.z. de conditioneringsafdeling, de plasma-afdeling, het opslaggebouw voor middelactief afval en de hotcell. De tweede dag volgde een workshop over buitenbedrijfstelling waar verschillende onderwerpen werden besproken, zoals het wettelijk kader voor buitenbedrijfstelling in beide landen, de overgangsfase en de organisatorische factoren bij een buitenbedrijfstelling. Na afloop van de workshop wilden alle deelnemers een opvolgingsvergadering houden.

### 3.2.6 Task Force on Safety Critical Software (TFSCS)

De voornaamste doelstelling van deze internationale werkgroep bestaat erin een publiek overzicht op te stellen van regelgevende verwachtingen over de validatie van veiligheidskritieke digitale instrumentatie- en

regelsystemen in kerninstallaties. De werkgroep bestaat uit experts van regelgevende instanties en technische veiligheidsorganisaties. Ze stellen een consensusdocument op en werken het bij op basis van nieuwe ervaringen, knowhow en praktijken. De uitwisseling van informatie en het delen van knowhow over vergunningen voor digitale instrumentatie in operationele en nieuwe installaties vormen hierbij een extra voordeel.

Bel V was de oprichter van deze werkgroep, heeft een actieve rol gespeeld sinds zijn ontstaan in 1994 en nam het voorzitterschap waar tot 2007. Momenteel zijn acht landen lid. In 2016 vonden er twee plenaire vergaderingen plaats (uitgenodigd door de uitgebreide programmagroep van Halden te Sandefjord, Noorwegen, 11-13 mei, en door STUK in Helsinki, Zweden, 11-13 oktober). De Chinese technische veiligheidsorganisatie, het Nuclear and Radiation Safety Center (NSC), nam deel aan de eerste vergadering in 2016 om de mogelijkheid en de wederzijdse voordelen van een toekomstige deelname als volwaardig lid na te gaan. Deze aspecten worden momenteel bestudeerd.

Een volledige revisie van het Common Position-rapport over vergunningspraktijken (van december 2015) werd begin 2016 voor het publiek beschikbaar gesteld op de websites van alle leden. Tegelijkertijd heeft de US Nuclear Regulatory Commission (USNRC) een NUREG/IA-rapport gepubliceerd, dat het rapport met het standpunt van de werkgroep omvat en toelichtingen van het USNRC om het USNRC-personeel bij te staan bij het gebruik van die informatie bij de beoordeling van vergunningen en regelgeving.

Ondertussen herbekeek de TFSCS ook een aantal onderwerpen, zoals de vergunning van vooraf bestaande software, en werkte hij rond nieuwe kwesties inzake vergunningen ten gevolge van problemen met cyberveiligheid, kwalificaties voor nieuwe kerncentrales en softwareplatforms, externe certificering, softwaregeveeranalyse en software-implicaties bij de validering van programmeerbare logica die recent werden geïntroduceerd, zoals Field-Programmable Gate Arrays (FPGA). Vooral cyberveiligheid en programmeerbare logica leiden tot moeilijk oplosbare vergunningsproblemen.

### 3.3 Samenwerking met technische veiligheidsorganisaties

#### 3.3.1 EUROS SAFE

In november 2016 organiseerde de Duitse technische veiligheidsorganisatie *Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit* (GRS) het EUROS SAFE Forum in München. Het EUROS SAFE Forum, dat samen georganiseerd wordt door het IRSN (*Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire*, Frankrijk), de GRS, Bel V en de andere EUROS SAFE-partners, brengt vertegenwoordigers samen van organisaties gespecialiseerd in technieken rond nucleaire veiligheid en stralingsbescherming, onderzoeksinstituten, exploitanten, de industrie, overheidsdiensten en niet-gouvernementele organisaties. Bel V nam actief deel

aan dit Forum door zijn betrokkenheid in het EUROS SAFE-programmacomité, door technische seminars mee voor te zitten en door verschillende papers voor te stellen.

In april 2016 werd EUROS SAFE Tribune 29 ('2014 nuclear safety directive: a driver for convergence') voor de laatste keer gepubliceerd in zijn vertrouwde papieren formaat. Deze Tribune bevat een aantal hoogtepunten van het EUROS SAFE Forum 2015 (georganiseerd door Bel V). EUROS SAFE Tribune wordt nu gepubliceerd als een maandelijkse digitale nieuwsbrief. Bel V nam de leiding voor het nummer van juli 2016 op zich (beschikbaar op <http://www.eurosafe-forum.org/node/258>). In deze



nieuwsbrief worden de activiteiten van Bel V en andere Belgische en ETSO-activiteiten inzake nucleaire veiligheid en stralingsbescherming toegelicht.

### 3.3.2 European Technical Safety Organisations Network (ETSON)

ETSON levert niet alleen een belangrijke bijdrage aan alle activiteiten in het kader van EUROSAFE (Forum, Tribune en de openbare website), maar ook aan de consolidatie van de wetenschappelijke en technische samenwerking. Dit laatste domein heeft betrekking op algemene of specifieke problemen die rechtstreeks verband houden met de harmonisatie van wetenschappelijke en technische veiligheidspraktijken in Europa.

Sinds 2015 is de directeur-generaal van Bel V voorzitter van ETSO. De leden van de algemene vergadering en/of de raad van bestuur van ETSO kwamen bijeen in Manchester (juni) en München (november, naar aanleiding van het EUROSAFE Forum).

In 2016 werd de uitbreiding van het netwerk verder onderzocht en trad een nieuw lid uit Italië (ENEA) toe.

Een vertegenwoordiger van Bel V bleef de ETSO Technical Board for Reactor Safety (TBRS) voorzitten om toezicht te houden op de technische activiteiten van ETSO, zoals de werking van de ETSO-expertgroepen en de publicatie van Technical Safety Assessment Guides of TSAG (beschikbaar op <http://www.etso.eu/reports-and-publications>). In 2016 werd een document gepubliceerd over de ETSO-workshop in 2015 over 'Overview on the assessments of Earthquake/Flood and Provisions in case of Station blackout (SBO) or Loss of ultimate heat sink (LUHS), in the light of the Fukushima accident'.

Vertegenwoordigers van Bel V namen actief deel aan de werkzaamheden van de ETSO-expertgroepen, waarbij ze standpunten en ervaringen konden uitwisselen met collega's van andere technische veiligheidsorganisaties. Bel V is

voorzitter van de expertgroep over verouderingsbeheer.

Van 4 tot 9 september namen meerdere junior personeelsleden van Bel V actief deel aan de negende ETSO Summer Workshop in Warrington (Verenigd Koninkrijk). De workshop was gewijd aan aspecten van structurele integriteit in nucleaire veiligheid. Vertegenwoordigers van Bel V namen deel aan het event door meerdere presentaties te geven.

### 3.3.3 European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute (ENSTTI)

Het European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute is een initiatief van het European Technical Safety Organisations Network (ETSON). ENSTTI voorziet training en begeleiding over methodes en praktijken om evaluaties uit te voeren inzake nucleaire veiligheid, nucleaire beveiliging en stralingsbescherming. ENSTTI doet een beroep op de knowhow van Europese TSO's met het oog op een maximale overdracht van kennis en expertise op basis van praktische ervaring en cultuur. Bel V maakt deel uit van dit netwerk.

Medewerkers van Bel V gaven in 2016 ook presentaties in de cursussen 'Oversight of safety culture and management system' (april) en 'Management of spent fuel and radioactive waste' (november-december).

### 3.3.4 Samenwerking met het IRSN

Conform de voorwaarden van de samenwerkingsovereenkomst tussen het IRSN en Bel V werden meerdere activiteiten voortgezet, meer bepaald rond het gebruik van computercodes die door het IRSN werden ontwikkeld, zoals de Cathare-code voor thermohydraulische analyses (zie hoofdstuk 4.4 over R&D).

In 2016 werd de samenwerking met het IRSN inzake het beheer van radioactief afval voortgezet.

Drie doctoraten, gefinancierd door Bel V en IRSN, werden opgevolgd: een doctoraatsthesis gericht op inzicht in en modellering van de versturende impact van een zoutpluim (die veroorzaakt kan worden door de degradatie van bitumenafval) op de verspreiding van radionucliden in klei; een tweede doctoraatsthesis over de studie van de verspreiding van radionucliden in beton en interfaces van klei en beton, rekening houdend met de effecten van 'hoge' temperaturen (tot 70°C, experimenten in het labo en in situ in de ondergrondse onderzoeksfaciliteit van het IRSN in Tournemire); en een derde doctoraatsthesis gewijd aan de ontwikkeling van een nieuwe feedbackcorrelatie voor de modellering van de impact van een verandering van porositeit veroorzaakt door verschijnselen van cementafbraak op de eigenschappen van transport in cement (op basis van een gedetailleerd experimenteel programma bij het IRSN). De laatste twee doctoraatsthesises werden succesvol verdedigd in 2016.

Bel V gebruikte in 2016 ook de HYTEC-code, die werd verkregen in het kader van de Pôle Géochimie Transport (PGT) (waar onder meer Bel V en het IRSN aan deelnemen) en die bedoeld is voor de modellering van cementdegradatieverschijnselen.

De software SCANAIR, ontwikkeld door het IRSN, laat toe om een model te maken van het thermomechanische gedrag van brandstof tijdens een incident met reactiviteitsinsertie als gevolg van de uitstoot van een controlestaaf uit de nucleaire reactor. Het IRSN heeft Bel V gevraagd om op onafhankelijke manier de validering na te gaan van versie 6.7 van de software SCANAIR. Het gaat meer precies om een bijdrage aan de expertise voor het gebruik van de software SCANAIR v6.7 voor de veiligheidsdemonstratie bij incidenten door de uitstoot van controlestaven en het ongecontroleerd uitvallen van de groep op nulvermogen. In de loop van 2016 stelde Bel V een technische vragenlijst op en heeft het de ontvangen antwoorden besproken.

### 3.4 Door de Europese Commissie gefinancierde bijstandsprojecten

NahetPHARE-programma en het TACIS-programma lanceerde de Europese Unie een nieuw samenwerkingsprogramma gefinancierd door het Instrument for Nuclear Safety Corporation (INSC). Dit programma is vooral gericht op een hoog niveau van nucleaire veiligheid en stralingsbescherming en een efficiënte en doeltreffende beveiliging van nucleaire materialen in andere landen.

De eerste fase van dit programma werd opgestart in 2007. De tweede fase van INSC-projecten loopt over de periode 2014-2020.

#### 3.4.1 Armenië

Bel V werkt al jarenlang samen met de Armenian Nuclear Regulatory Agency (ANRA) op projecten die worden gefinancierd door het consortium TACIS/INSC. Bel V nam deel aan het project AR/TS/07: 'Enhancement of the safety assessment capabilities of ANRA for licensing of Medzamor 2 safety improvements and decommissioning activities' (vervolg op het AR/TS/06-project). Dit project werd in juli 2013 opgestart en de openingsvergadering vond plaats in september 2014.

Bel V nam in 2015 deel aan Taak 5 van dit project: 'Pilot decommissioning project and licensing related documentation'.

Dit project werd afgerond in 2016.

### 3.4.2 Vietnam

Bel V nam deel aan het tweede INSC-project, dat van start ging in 2016: 'Enhancing the capacity and effectiveness of VARANS and its TSO'.

Dit project volgt op het vorige INSC-project in Vietnam, dat in 2015 werd afgerond.

Bel V is betrokken bij twee taken:

- Taak 3: Verdere ontwikkeling van de capaciteiten binnen VARANS voor het uitvoeren en/of bestellen van onafhankelijke evaluaties en beoordelingen van veiligheidsaanvragen;
- Taak 4: Een ontwikkelingsplan voor Human Resources en een duurzaam opleidingsprogramma voor VARANS en zijn TSO.

### 3.4.3 China

Bel V nam deel aan het eerste INSC-project tussen de Europese Commissie en China (CH3.01/11): 'Enhancing the capacity and regulatory capabilities of the Chinese national nuclear safety authority and its technical support organisation'.

Bel V was betrokken bij drie taken:

- Taak 2,3: Onafhankelijke evaluatie, validering en verificatie van de veiligheid van digitale instrumentatie- en regelsystemen die in kerncentrales worden gebruikt;
- Taak 3: Veiligheidscultuur en veiligheidsbeheer (Bel V treedt hierbij op als 'key expert');
- Taak 5: Evaluatie van overstromingsgevaar.

Dit project werd eind 2016 afgerond.

### 3.4.4 Filippijnen

Bel V nam deel aan het eerste INSC-project tussen de Europese Commissie en de Filippijnen (PH3.01.09): 'Technical assistance for improving the legal framework for nuclear safety and strengthening the capabilities of the Regulatory Authorities of the Philippines and its TSO (PNRI)'.

Bel V was betrokken bij subtaak 1.2 en ondersteunde daarbij PNRI in de ontwikkeling van veiligheidsvoorschriften.

De bijdrage van Bel V aan dit project werd afgerond in 2016.

### 3.4.5 Egypte

Bel V neemt deel aan het tweede INSC-project tussen de Europese Commissie en Egypte: 'Provision of assistance related to developing and strengthening the capabilities of the Egyptian Nuclear and Radiological Regulatory Authority (ENRRA)'.

De kick-offmeeting van het project vond plaats in 2015. Het project zal drie jaar duren. Bel V is betrokken bij de opleiding van de nieuwe Egyptische instanties in het evalueren van het Preliminary Safety Analysis Report (PSAR) en het Environmental Impact Assessment Report (EIAR) van een kerncentrale.

Bel V is betrokken bij de volgende taken:

- Taak 1: Update van het Strategisch plan en Actieplan;
- Taak 2: Opleiding en ondersteuning bij veiligheids-evaluaties en -vergunningen;
- Taak 3: Versterken van professionele vaardigheden van de medewerkers van de projectpartner.

### 3.4.6 Thailand

Bel V neemt deel aan het eerste INSC-project tussen de Europese Commissie en Thailand (TH3.01/13): 'Enhancing the capacity and effectiveness of the regulatory body and developing a national waste strategy'.

De kick-offmeeting van het project vond plaats in januari 2015. Het project zal drie jaar duren. Bel V is betrokken bij de volgende taken:

- Taak 2: Regelgeving;
- Taak 3: Beoordeling en controle van de veiligheid van nucleaire installaties;
- Taak 4: HR-ontwikkelingsplan;
- Taak 5: Nationale strategie en regelgeving voor het beheer van radioactief afval.

### 3.4.7 Oekraïne

Bel V neemt deel aan een INSC-project in Oekraïne om de Oekraïense regelgevende instantie te ondersteunen.

De kick-offmeeting van het project vond plaats in oktober 2015. Het project zal drie jaar duren. Bel V is taakleider voor component B van het project rond de vergunning van een nieuwe nucleaire subkritische installatie - neutronenbron gebaseerd op een door een elektronenversneller aangedreven subkritische opstelling.

### 3.4.8 Richtlijn 2013/59/Euratom van de Raad

Bel V neemt deel aan een project van de Europese Commissie genaamd 'Evaluation of Member States' strategies and plans for the transposition of the Basic Safety Standards Directive (Council Directive 2013/59/EURATOM)'.

De kick-offmeeting van het project vond plaats in juni 2015. Het project zal in september 2017 worden voltooid. Bel V is verantwoordelijk voor Taak 5 rond het samenvatten en beoordelen van de strategieën en plannen van de lidstaten om de richtlijn inzake basisnormen voor stralingsbescherming te implementeren.

### 3.4.9 Litouwen

Bel V nam deel aan Taak 2 van het project over 'Technische bijstand aan VATESI voor de buitenbedrijfstelling' (Fase 6).

Taak 2 betreft de evaluatie van vergunningsdocumentatie voor installaties voor het weghalen van vast radioactief afval uit de bestaande opslagfaciliteiten, en nieuwe behandelings- en opslagfaciliteiten voor de kerncentrale van Ignalina.



# 4

## EXPERTISEBEHEER

### 4.1 Ervaringsfeedback in België

Elk jaar voert Bel V een systematische screening uit van gebeurtenissen in alle Belgische nucleaire installaties, evenals een grondige analyse van een aantal gebeurtenissen met focus op oorzaken, corrigerende acties en lessen voor de toekomst. In 2016 werden meer dan 50 gebeurtenissen geregistreerd in de database voor ervaringsfeedback in België.

Voor een aantal gebeurtenissen werd een meer uitvoerige gebeurtenisanalyse uitgevoerd om uit de ervaringen te kunnen leren en die kennis daarna ook in andere nucleaire installaties te kunnen toepassen. Die analyses leverden twee IRS-verslagen op.

2016 werd vooral gekenmerkt door de volgende gebeurtenissen, die uitvoerig door Bel V werden geanalyseerd, met de nodige analyses, reglementaire controles en opvolging van corrigerende acties:

- falen van de hogedruk-veiligheidsinjectionpompas in Tihange 1;

- risico op falen door een gemeenschappelijke oorzaak van het hulpvoedingswatersysteem door de vervanging van vloerroosters door brandpanelen in Doel 3;
- ongeplande uitval van een nooddieselgenerator door menselijke fout bij een onderhoudsinterventie in Tihange 1;
- breuk van de impulsleidingen van voedingswater-instrumentatie met als resultaat het lekken van hulpvoedingswater in modus 3 in Doel 3;
- uitval van het instrumentatiekanaal voor het reactorbeveiligingssysteem gedurende 92 dagen na een operationele test van het kanaal in Tihange 3;
- instrumentkanaal stralingsmeting buiten gebruik gedurende 7 dagen na uitvoering van een 'check source'-test in Tihange 3;
- koude stilstand na de impact van betoninjecteerwerken aan hulpgebouw W in Tihange 1;
- verlies van omgevingskwalificatie van Rosemount-transmitters veroorzaakt door een gebroken afdichting door het draaien van de elektronicabehuizing in Doel 3.

## 4.2 Ervaringsfeedback vanuit het buitenland

Naast het screenen van gebeurtenissen in eigen land voert Bel V ook screenings uit van gebeurtenissen in nucleaire installaties in het buitenland en van mogelijke algemene problemen die veiligheidsrelevant zijn, die een technische oplossing door de uitbaters vereisen of die algemene communicatie vereisen naar de uitbaters.

In deze context kan de analyse van Bel V van geselecteerde gebeurtenissen resulteren in formele 'Operating Experience Examination Request Letters' (OEERL) of 'Operating Experience Information Letters' (OEIL), vragen om verduidelijking in hoeverre er door de uitbaters of bij het uitvoeren van specifieke inspecties rekening werd gehouden met de operationele ervaring.

In 2016 evalueerde Bel V, samen met het FANC, de toepasbaarheid van de volgende operationele ervaring in Frankrijk:

- een generische afwijkingskwestie wat het ontwerp betrof van de koelsystemen voor componenten van 900 MWe CPY-kerncentrales;
- onregelmatigheden bij de fabricatie van componenten bij Creusot Forge;
- vervalsing van materiaaltestverslagen bij SBS Forge;
- hoge koolstofconcentraties in de centrale zones van de onderste hemisferische waterkast van de stoomgenerator.

## 4.3 Kennisbeheer

Om verschillende redenen (waaronder het feit dat de komende jaren een aantal ervaren personeelsleden met pensioen gaan) hecht Bel V veel belang aan kennisbeheer. Er worden meerdere tools gebruikt om kennis te genereren, te vergaren, te verspreiden, te gebruiken en te archiveren.

De Technical Responsibility Centres (TRC) blijven een sleutelrol spelen voor het kennisbeheer binnen Bel V. Er zijn

Bovendien werd de uitbater van de Belgische kerncentrales uitgenodigd om antwoorden te geven op specifieke vragen na de analyse van het IRS 8517-verslag 'Challenge of the EDG Safety Function during Safety Injection Followed by LOOP (at Almaraz-1)'.

Er werden opvolgingsinspecties gepland na de analyse van de volgende documenten over operationele ervaring:

- NRC IN 2015-09 Mechanical Dynamic Restraint (Snubber) Lubricant Degradation Not Identified Due to Insufficient Service Life Monitoring;
- NRC RIS 2016-07 Containment Shell or Liner Moisture Barrier Inspection.

Ten slotte werd er een verdere follow-up uitgevoerd van OEERL's die in de vorige jaren naar de uitbaters werden gestuurd:

- 'IRS 8289 Non-compliance of component cooling systems in France', gestart in 2013, werd afgerond na een laatste analyse van de antwoorden van de uitbater;
- 'NRC RIS 2013-09/IRS 8381 System gas accumulation - prevention and management' werd voortgezet met de evaluatie van gedeeltelijke antwoorden van de uitbaters;
- 'NRC GL 96-06 Equipment operability and containment integrity' werd afgesloten voor Doel 3 na de volledige implementatie en goedkeuring van alle vereiste ontwerpwijzigingen.

ongeveer 20 TRC's, die fungeren als 'kenniscentra' voor alle belangrijke expertisedomeinen van Bel V. In functie van de ontwikkelingen in de nucleaire sector worden indien nodig nieuwe TRC's gecreëerd (bv. rond ontmanteling). Bovendien zijn het beheer en de werking van de TRC's volledig geïntegreerd in het kwaliteitssysteem van Bel V.

In 2016 werden meerdere nieuwe ingenieurs aangeworven. Dit vergt een grote inspanning van de meer ervaren ingenieurs om op adequate wijze hun kennis over te dragen. Ieder nieuw personeelslid krijgt een coach toegewezen om de integratie te bevorderen. Dit initiatief voor kennisoverdracht wordt aangevuld met onder meer on-the-job training en activiteiten met teams van verschillende departementen. De aanwerving van een groot aantal nieuwe personeelsleden vereist ook opleidingen op maat (zie hoofdstuk 4.5).

We vermelden ook de aandacht binnen Bel V voor de overdracht van kennis tussen experts die met pensioen gaan en jongere personeelsleden. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een 'Knowledge Transfer Form'. Verder gebruiken we een 'Knowledge Critical Grid' om het risico op verlies van kennis te identificeren en te

verminderen. Andere tools voor kennisoverdracht (zoals de 'Knowledge Books') worden momenteel ingevoerd.

Kennisbeheer is ook nauw verbonden met het R&D-programma, dat gericht is op het ontwikkelen van nieuwe vaardigheden, betere ideeën of meer efficiënte processen (zie hoofdstuk 4.4).

De verdere implementatie van de Bel V-software voor het beheer van elektronische documentatie (KOLIBRI, gebaseerd op Hummingbird DM) is een belangrijk element voor een efficiënte raadpleging van informatie, een goede kennisuitwisseling en de snellere integratie van nieuwkomers. Een specifiek comité, de Documentation Users Group (DOCUS), focust hierbij op het analyseren van gebruikersbehoeften en het implementeren van verbeteringen.

## 4.4 Research & Development

### 4.4.1 Beheeractiviteiten

De R&D-activiteiten blijven een belangrijke pijler voor de continue en duurzame ontwikkeling van de deskundigheid van Bel V. Ook in 2016 werd bijzondere aandacht besteed aan de mogelijkheid om nieuwe R&D-projecten te stimuleren.

### 4.4.2 R&D over de veiligheid van nucleaire installaties

#### Thermohydraulische verschijnselen

Veiligheidsitems in verband met thermohydraulische verschijnselen in lichtwaterreactoren en zwaremetalenreactoren worden behandeld in Bel V's thermohydraulische R&D-programma. Dat omvat digitale simulaties door geavanceerde computercodes, naast voorstellen voor experimentele tests binnen specifieke OESO/NEA-projecten.

De belangrijkste doelstelling van het thermohydraulische R&D-programma is de expertise en de vaardigheden up-to-date houden om te kunnen reageren op allerlei uitdagende vergunningsproblemen. De thermohydraulische R&D-activiteiten gepland voor 2016 werden succesvol en tijdig uitgevoerd. Ze omvatten:

- Deelname aan het experimentele thermohydraulische OESO/NEA-project PKL-3 en de opvolgingsprojecten PKL-4 en ATLAS;
- Deelname aan de analytische workshop PKL/ATLAS in Italië met een presentatie door Bel V met de titel 'Bel V Analytical Activities within the PKL-3 Framework';
- Simulaties van transiënten van een kerncentrale met 3 lussen met CATHARE- en RELAP5-3D-codes. Dit hield vooral in:
  - een geavanceerde parametrische studie met de CATHARE-code van het verschijnsel van de natuurlijke circulatieonderbreking (NCI) in een generische drukwaterreactor met drie lussen;
  - natuurlijke circulatiedebietsimulatie van een

- onderbrekingstransiënt van een operationele primaire pomp;
- onderzoek naar de dissipatiewarmte van een primaire pomp met de RELAP5-code;
- Overeenkomst voor R&D-samenwerking met IRSN voor het DENOPI-project; Bel V zal een onderzoeksproject financieren dat zal worden uitgevoerd binnen het kader van een UCL-doctoraat;
- Een dissertatie van een UCL-student over de simulatie van een generisch desactiveringsbekken voor bestraalde splijtstof met de computercode OpenFoam, binnen de context van de samenwerking met UCL;
- Aanvaarding voor publicatie in het 'Elsevier Nuclear Engineering and Technology Journal' van een paper 'Unsteady Single-Phase Natural Circulation Flow Mixing Prediction Using CATHARE Three-Dimensional Capabilities'; de publicatie van de paper is gepland voor 2017;
- Overeenkomst tussen Bel V, het Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), het Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) en het Paul Scherrer Institute (PSI) voor de voorbereiding en uitvoering van berekeningen betreffende mixen onder natuurlijke circulatiestroom met behulp van een 3D thermohydraulische code en CFD-codes, en om de resultaten te beoordelen aan de hand van experimentele ROCOM-data;
- Ontwerpversie en indiening van de Bel V-bijdrage aan de 'Working Group on Analysis and Management of Accidents' (WGAMA) van de OESO over de simulatiecapaciteit van de '3D System-Scale Thermal-Hydraulic Codes' (3DSYSTH).

### Evolutie ernstige ongevallen

In 2016 werd de ontwikkeling van MELCOR-simulatiecapaciteiten bij Bel V verdergezet. Er is nu een MELCOR 2.1-model van een drukwaterreactor met drie lussen beschikbaar voor de veiligheidsevaluaties van Bel V. De belangrijkste focus bij de modelleringen lag op het verbeteren van de vervalwarmte en radionuclidemodules van het inputdeck van de centrale gebaseerd op de

resultaten van ORIGEN-berekeningen, dankzij de data van Tractebel Engineering. De geleerde lessen en feedback werden gedeeld binnen de MELCOR-gemeenschap in het kader van evaluatievergaderingen waaraan Bel V deelneemt.

Het MELCOR-model ontwikkeld door Bel V is geschikt voor steady-state- en transiëntanalyses. Er zijn transiëntanalyses (na het falen van de splijtstof) aan de gang op geselecteerde transiënten.

Bel V organiseerde de jaarlijkse vergadering van het stuurcomité dat toezicht uitoefent op de Belgische deelname aan het programma voor onderzoek naar ernstige ongevallen van de Amerikaanse Nuclear Regulatory Commission (USNRC), met wie Bel V een implementatieovereenkomst heeft lopen.

Bel V nam deel aan de 8e vergadering van de European MELCOR User Group (EMUG), de vergadering van het Cooperative Severe Accident Research Program (CSARP), de vergadering van het MELCOR Code Assessment Program (MCAP), de internationale workshop 'In-vessel corium retention strategy: status of knowledge and perspectives', en de technische vergadering van het IAEA over het gedrag en de technologieën in verband met het behouden van gesmolten massa in het reactorvat en coriumkoeling buiten het reactorvat.

Bel V nam deel aan het internationale panel van experts verantwoordelijk voor de OESO/NEA-activiteiten over 'Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) on Spent-Fuel Pools in Loss-of-Cooling/Coolant Accident Conditions'. Bel V is in het bijzonder ook medeleider van de subtaakgroep voor de voorbereiding van de tabel voor de fase ernstige splijtstofschaade en draagt bij aan de ranking van een dergelijke fase en de pre-ontblotings- en ontblotingsfases.

Bel V neemt nu ook deel aan het 'Thermal-hydraulics, Hydrogen, Aerosols, Iodine (THAI-3) Project' van de OESO/



NEA. Binnen deze context sponsort Bel V een doctorale activiteit aan het Von Karman institute for fluid dynamics (VKI). Deze samenwerking zou Bel V moeten helpen bij een actieve deelname aan THAI-3, vooral in domeinen waar een opvolging van de 'state-of-the-art' belangrijk is.

### Gedrag van splijtingsproducten en aerosols

Bel V bleef bijdragen aan het OESO/NEA BIP-3 (Behaviour of Iodine Project). De belangrijkste doelstellingen van dit project zijn het verbeteren van onze capaciteit om jodiumadsorptie en -desorptie op insluitingsoppervlakken te simuleren, om CH3I-gedrag te voorspellen (vorming en degradatie) onder ongevalsomstandigheden, en om het effect van verfveroudering te onderzoeken op die processen.

De eerste vergadering van de BIP-3 Programme Review Group (4 en 5 april) werd bijgewoond en een beschrijving van de coöperatieve gevoeligheidsstudie, gebaseerd op een eenvoudig ongevalscenario voor de BIP-3 Analytical Working Group, werd ontvangen.

### PSA-methodologie en -toepassingen

Bel V woonde in 2016 twee vergaderingen bij van de PSA-expertgroep van ETSON (juni en november). Er werd vooral informatie uitgewisseld over de lessen die door technische veiligheidsorganisaties werden getrokken uit PSA en er staat een workshop over dit onderwerp gepland voor 2017.

Bel V evalueerde en becommentarieerde verschillende ontwerp-'deliverables' van het ASAMPSA\_E-project en beantwoordde de 'End-User Questionnaire' over die ontwerp-'deliverables'. De commentaren op alle ASAMPSA\_E-ontwerp-'deliverables', verschaft door verschillende eindgebruikers, werden besproken op de 'Final End User Workshop' (Wenen, 12-14 september 2016), die werd bijgewoond door Bel V.

Bel V nam deel aan de 13e 'International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management' (PSAM13) in Seoul (3-7 oktober). Door de deelname aan dit congres kon Bel V zijn PSA-kennis up-to-date houden, input krijgen voor zijn evaluatietaken voor verschillende PSA-subdomeinen (bv. 'Fire PSA', 'Flooding PSA', PSA voor externe gebeurtenissen, HRA enz.) en kennis en ervaringen uitwisselen met internationale contacten uit de PSA-gemeenschap.

Bel V woonde de 19e technische vergadering over 'Experiences with Risk-based Precursor Analysis' bij (Brussel, 26-28 oktober). Daar werden PSA-gebaseerde gebeurtenissenanalyses voor kerncentrales voorgelegd en besproken die waren uitgevoerd door ENGIE Electrabel in België en door buitenlandse organisaties (uitbaters, TSO's) voor kerncentrales in het buitenland.

Bel V nam deel aan de vergadering van de International RiskSpectrum User Group (Londen, 9-10 November). Er werden verschillende nieuwe kenmerken van de recentste coderelease besproken met de softwareontwikkelaars en gebruikers uit verschillende landen.

### Brandbeveiliging

In 2016 volgde Bel V actief de activiteiten van het PRISME 2-project van de OESO, dat een grote hoeveelheid hoogkwalitatieve experimentele gegevens heeft opgeleverd over het gedrag van brand in besloten omgevingen, samen met een uitgebreide kwalificatie van realistische brandbelastingen, zoals kabelgoten.

De sponsoring van de doctoraatsthesis aan de Universiteit van Gent werd verdergezet en de ontwikkelingen binnen deze context zouden moeten leiden tot een verbetering van de capaciteiten van digitale codes voor de modellering van branden.

Gedurende dit jaar vervoegde Bel V het FIRE-databankproject van de OESO, met als doel onder meer

ervaringen te verzamelen over branden (door internationale uitwisseling) in een gepast formaat en in een kwaliteitsvolle en consistente databank. De in deze context verzamelde en gepubliceerde informatie kan bijvoorbeeld worden gebruikt in 'Fire PSA'-activiteiten.

### ETSON-samenwerking en -expertgroepen

In 2016 zette Bel V zijn actieve betrokkenheid voort bij de activiteiten van de ETSON Technical Board on Reactor Safety (TBRS), een comité dat wordt voorgezeten door Bel V, en de ETSON-expertgroepen. Zo zat Bel V een vergadering van de TBRS voor en namen vertegenwoordigers van Bel V deel aan vergaderingen van de expertgroepen. De actiefste expertgroepen in 2016 hadden te maken met mechanische systemen, PSA (Probabilistic Safety Assessment) en het beheer van radioactief afval en buitenbedrijfstelling. In naam van deze expertgroep was een vertegenwoordiger van Bel V mede-auteur van een paper die werd voorgesteld op de IAEA International Conference on the Safety of Radioactive Waste Management (Wenen, 21-25 november).

Naar aanleiding van een ETSON-workshop die werd georganiseerd in 2015, en waaraan Bel V actief bijdroeg, werd een ETSON-rapport gepubliceerd met de titel 'Overview on the assessments of earthquake/flood and provisions in case of station blackout (SBO) or loss of ultimate heat sink (LUHS), in the light of Fukushima accident' (beschikbaar op de ETSON-website: <http://www.etsn.eu>).

Bel V zette ook zijn bijdrage verder aan de ETSON R&D-werkgroep en de Knowledge Management-werkgroep.

### Mechanische veiligheid

Om de kennis wat betreft digitale simulatie van breukmechanica aan te scherpen, werd er bij Bel V een driedaagse cursus georganiseerd. De cursus focuste op conventionele technieken voor eindige elementen (contourintegralen, op het element en op het oppervlak gebaseerd cohesief gedrag, virtual crack closing technique - VCCT) en ook op de uitgebreide techniek voor

eindige elementen (XFEM). De onderwerpen 'slijtage' en 'lagecyclivermoeiing' kwamen ook aan bod.

Er vond een ontmoeting plaats tussen IRSN en Bel V om een nieuwe samenwerking te bespreken die zal worden opgestart binnen het kader van nieuwe experimenten uitgevoerd op het 'Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives' (CEA), met als doel het analyseren van het effect van biaxialiteit op het spanningstoestands- en breukmechanicagedrag van staal dat waterstofvlokken bevat. Bel V moet digitale simulaties maken van deze experimenten en moet ze vergelijken met de resultaten van het experiment.

### Veroudering

Om zijn expertise wat betreft verouderings- en degradatiemechanismen van beton verder te ontwikkelen, heeft Bel V, in samenwerking met het FANC, deelgenomen aan het ODOBA-project.

Het ODOBA-project is gericht op het verbeteren van het inzicht in de verouderingspathologieën van beton binnen de context van de levensduurverlenging van kerncentrales. Het effect van deze verschijnselen op de mechanische en insluitingseigenschappen van betonstructuren, zoals reactorcontainments en afvalbergingsinstallaties, moet grondig worden bestudeerd om de duurzaamheid ervan te beoordelen.

Het ODOBA-project is een internationaal project. Het wordt geleid door IRSN in Frankrijk en de andere betrokken organisaties zijn CNSC (Canadese regelgevende instantie), NSC (Chinese organisatie voor technische ondersteuning), VTT (Fins onderzoekscentrum), USNRC (Amerikaanse regelgevende instantie), en verschillende Franse academische partners.

In 2016 werden de overeenkomsten voor onderzoek en ontwikkeling gesloten tussen de partners en werd er een eerste kick-offmeeting gehouden in Frankrijk.

### 4.4.3 R&D over afval en buitenbedrijfstelling

#### Afvalberging

Binnen de context van het cAt-vergunningsproces kwamen ONDRAF/NIRAS en de regelgevende instantie in 2015 tot een overeenkomst over een fenomenologisch verwachte evolutie van de berging. In de herfst van 2015 startte ONDRAF/NIRAS met het updaten van de 'near-field'-modellen ter ondersteuning van de analyse van de veiligheid op lange termijn die initieel werden ingediend bij de regelgevende instanties, om ze consistent te maken met die verwachte evolutie. In 2016 voerde Bel V onafhankelijke modelleringsstudies uit om de geüpdatete veiligheidsbeoordelingen op lange termijn, uitgevoerd door ONDRAF/NIRAS, te controleren (bv. door de radiologische impact gemodelleerd door ONDRAF/NIRAS te vergelijken met de radiologische impact gemodelleerd door Bel V voor een gelijkaardig model, maar met een verschillende code) en op de proef te stellen (bv. door specifieke onzekerheidsanalyses uit te voeren om potentiële zwakke punten in de ONDRAF/NIRAS-modellen te identificeren). Deze activiteiten zorgen voor een grondige technische ondersteuning voor de evaluatie van de geüpdatete veiligheidsbeoordeling op lange termijn door de regelgevende instanties.

Drie doctoraten, die werden gestart voor 2016 en worden gefinancierd door Bel V, werden opgevolgd: een doctoraatsthesis gericht op inzicht in en modellering van de versturende impact van een zoutpluim (die veroorzaakt kan worden door de degradatie van bitumenafval) op de verspreiding van radionucliden in klei; een tweede doctoraatsthesis over de studie van de verspreiding van radionucliden in beton en interfaces van klei en beton, rekening houdend met de effecten van 'hoge' temperaturen (tot 70°C, experimenten in het labo en in situ in de ondergrondse onderzoeksfaciliteit van het IRSN in Tournemire); en een derde doctoraatsthesis gewijd aan de ontwikkeling van een nieuwe feedbackcorrelatie voor de modellering van de impact van een verandering van porositeit veroorzaakt door verschijnselen van

cementafbraak op de eigenschappen van transport in cement (op basis van een gedetailleerd experimenteel programma bij het IRSN). De laatste twee doctoraatsthesis werden succesvol verdedigd in 2016. Deze leverden voor Bel V ook resultaten en informatie op die relevant zijn voor de eigen R&D-activiteiten (bv. modellering van transport en reactief transport van radionuclidemigratie) en voor de veiligheid van afvalberging op lange termijn in het algemeen. Bovendien bieden ze Bel V de kans om de samenwerking met andere technische veiligheidsorganisaties (bv. het IRSN) en belangrijke R&D-organisaties (bv. ULB, CEA, École des Mines de Paris) te versterken.

In de herfst van 2016 werd een nieuw door Bel V gefinancierd doctoraat opgestart door SCK•CEN en UCL over de impact van organische materie op uraniumtransport in klei (voorlopige titel: 'Complexation/colloid formation of U(VI) with Boom Clay dissolved organic matter').

In 2016 ontwikkelde Bel V - in samenwerking met het FANC - een 'Strategic Research Needs'-document (SRN) dat de behoeften structureert voor de ontwikkeling en versteviging van de expertise van het FANC/Bel V binnen het domein van de geologische berging van radioactief afval. De hierboven vermelde doctoraten houden verband met die onderzoekbehoeften. Gebaseerd op dit document werd een R&D-actieplan ontwikkeld voor 2017-2019 dat zal worden ingevoerd.

Tot slot nam Bel V deel aan twee Europese projecten (coördinatie en ondersteuning) rond R&D voor de ondergrondse berging van afval die in 2015 werden opgestart: JOPRAD (EU-project over de ontwikkeling van een gezamenlijk R&D-programma op EU-niveau) en SITEX II (ontwikkeling van een netwerk van technische veiligheidsorganisaties en regelgevende instanties voor de nucleaire sector). In dat tweede project leidt Bel V de werkgroep die de R&D-activiteiten van het netwerk moet structureren. Bel V nam ook deel aan NEA- en IAEA-werkgroepen rond de veiligheid van de berging van radioactief afval (bv. NEA-IGSC, IAEA-HIDRA enz.).

Al die R&D-activiteiten van Bel V droegen bij aan een blijvende en verbeterde kennis op het vlak van de veiligheidsevaluaties voor afvalberging en de vaardigheden om die veiligheidsevaluaties te beoordelen.

### Buitenbedrijfstelling en ontmanteling

Wat buitenbedrijfstelling betreft werd 2016 gekenmerkt door het opstellen van het definitief DRiMa-rapport. De methodologie ontwikkeld in dit IAEA-project op strategisch niveau zorgt ervoor dat er een structuur kan worden gedefinieerd die een systematische screening toelaat van de belangrijkste punten van een groot project voor buitenbedrijfstelling (kosten, regelgeving, afval, technologieën enz.), dat de risiconiveaus kunnen worden beoordeeld en dat de risico's kunnen worden beheerd met de traditionele technieken voor risicobeheer, met als doel het verlagen van de risiconiveaus door onzekerheden over belangrijke veronderstellingen te minimaliseren en door de resterende risico's te beheren.

#### 4.4.4 R&D over stralingsbescherming

Het *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu* (RIVM) in Nederland heeft een methode ontwikkeld met de naam SUDOQU (Surface Dose Quantification) om de jaarlijkse effectieve dosis te berekenen die te wijten is aan oppervlaktebesmetting voor zowel consumenten als niet-radiologische werknemers, waarbij wordt gekeken naar de verwijderbaarheid van oppervlaktebesmetting. Binnen dit samenwerkingsproject met Bel V werd het potentieel van deze methodologie voor het afleiden van nuclidespecifieke oppervlaktevrijgaveniveaus voor de Belgische context bestudeerd.

Er vond op 8 maart een kick-offmeeting plaats bij RIVM in Bilthoven. De inleidende presentaties van de RIVM-activiteiten en de verwachtingen van Bel V werden gegeven, gevolgd door een bespreking over de definitie van een samenwerkingsprogramma voor 2016.

Op 2-3 mei vond een tweedaagse SUDOQU-workshop plaats in de gebouwen van Bel V. De bedoeling van de workshop was de RIVM-methodologie voor te stellen aan de Bel V-experts en een werkomgeving te creëren voor SUDOQU-ontwikkeling en -toepassingen bij Bel V. Een geselecteerde expert kreeg een specifieke opleiding en de werkomgeving voor SUDOQU-ontwikkeling bij Bel V werd succesvol geïmplementeerd.

Er werd een nieuwe methode voor het afleiden van wegingsfactoren voor dosisconversiecoëfficiënten afgewerkt, gebaseerd op een voorstel door RIVM.

Bel V organiseerde een tweede workshop op 4 oktober. De resultaten van de berekeningen uitgevoerd door Bel V werden besproken en gevalideerd door RIVM. Er werden verdere ontwikkelingen gepland en de benchmarking van de SUDOQU-resultaten werd besproken.

De volgende stap is een samenvatting en documentering van de uitgevoerde studies, wat zou moeten leiden tot de publicatie van papers in wetenschappelijke magazines.

#### 4.4.5 R&D over transversale kwesties

##### Evaluatie van de veiligheidscultuur

Om te voldoen aan een reeks IAEA-standaarden (vooral GSR Deel 2) ontwikkelde en implementeerde Bel V een beoordelingsmodel gericht op het evalueren van het maturiteitsniveau van de veiligheidscultuur. Op basis van dit zelfgemaakte model werden zelfbeoordelingsworkshops (7 leden) gehouden (april-juni). De beoordelingsresultaten werden geanalyseerd en voorgesteld aan het directiecomité en het volledige personeel. De resultaten van de beoordeling zullen worden opgenomen in het operationeel plan van Bel V. Een paper in verband met het model werd ingediend voor publicatie.

## Noodplanning

Om de kennis en de vaardigheden van Bel V inzake de voorbereiding en de reactie op noodsituaties te versterken, werden op nationaal en internationaal niveau verscheidene R&D-activiteiten opgestart. Deze initiatieven waren vooral gericht op het verwerven van meer inzicht in softwaretools voor het inschatten van de gevolgen van noodsituaties in een nucleaire installatie. Zo maakt Bel V deel uit van het consortium van het FASTNET-project (FAST Nuclear Emergency Tool) dat werd gelanceerd binnen het kader van Horizon 2020. Het project ging van start in de tweede helft van 2016 en zal 48 maanden duren.

## Verificatie en validering

Er werd al aangetoond hoe de methodologie van Bel V tegemoet komt aan de uitdagingen van de actuele praktijken voor codeberekening voor de validering van veiligheidseigenschappen en -criteria. Dit gebeurde aan de hand van de ontwikkeling van voorbeelden en testcases. Gebaseerd op dit proces en de opgedane ervaring werd de methodologie verder verduidelijkt en verbeterd.

Het werk met betrekking tot logische omstandigheden na verificatie heeft, hoewel het nog in een voorlopig stadium zit, reeds een impact gehad op het ontwerp van een geklasseerde softwareprocedure opgesteld door de uitbater.

### 4.4.6 R&D-samenwerking met andere instellingen

#### R&D-samenwerking met Belgische universiteiten

##### Vrije Universiteit Brussel (VUB)

In oktober 2012 werd een onderzoekovereenkomst ondertekend met de VUB in het kader van studies op het vlak van cognitieve radio voor kerncentrales. Dit project

zal een bijdrage leveren aan het noodplan. Het is hierbij de bedoeling om communicatielinks tijdens noodsituaties te versterken, zodat die noodsituaties beter kunnen worden beheerd.

Bel V werkt ook samen met de VUB aan het R&D-project 'Experimental analysis of flow-induced vibrations and application to the fuel rod bundle of the MYRRHA reactor'.

##### Université libre de Bruxelles (ULB)

In 2016 werd er een doctoraatsthesis, uitgevoerd aan de ULB en gefinancierd door IRSN en Bel V over de ontwikkeling van een nieuwe feedbackcorrelatie voor de modellering van de impact van een verandering van porositeit veroorzaakt door verschijnselen van cementafbraak op de eigenschappen van transport in cement, succesvol verdedigd. De meeste modellen die deze feedback voorstellen zijn gebaseerd op de wet van Archie, die niet betrouwbaar is voor complexe materialen zoals cementmaterialen. In dit doctoraat werd een alternatieve wet ontwikkeld, gebaseerd op experimenten uitgevoerd op 'vereenvoudigde' cementachtige materialen. Dit doctoraat gaf Bel V een betere kennis van de grenzen en zwakheden van huidige modellen die cementafbraak in verband brengen met de transporteigenschappen van cement. Het bezorgde Bel V ook informatie over betrouwbaardere alternatieve wetten. De resultaten van deze thesis droegen zo bij tot het verstevigen van Bel V's expertise wat betreft de modellering van radionuclidemigratie in aangetaste betonmaterialen (heel belangrijk materiaal voor ONDRAF/NIRAS-concepten voor bovengrondse en geologische bergingsinstallaties).

##### Universiteit Gent

Sinds 2014 sponsort Bel V een doctoraat aan de Universiteit Gent over de numerieke studie van oscillerend brandgedrag in gesloten en mechanisch geventileerde ruimtes. De doctoraatsthesis wil meer inzicht bieden in

de onderliggende verschijnselen door gebruik te maken van 'computational fluid dynamics' (CFD) voor plasbranden als vuurbronnen (zoals in de experimenten in het PRISME-project).

### **von Karman Institute for Fluid Dynamics (VKI)**

Sinds 2016 financiert Bel V een doctoraatsthesis binnen de context van Bel V's deelname aan het internationale THAI-3-project, dat onderzoek uitvoert naar problemen in verband met waterstof en splijttingsproducten binnen het containment van een waterreactorgebouw tijdens ongevallen.

### **Université catholique de Louvain (UCL)**

Er worden twee doctoraten gesponsord aan de UCL.

- Een eerste doctoraat gaat over numerieke simulaties van temperatuurschommelingen in de nabijheid van een contactlijn tussen het vrij oppervlak van een vloeistof en een vaste muur. Dergelijke temperatuurschommelingen kunnen een aanzienlijke impact hebben op de vermoeiing van het muurmateriaal. Het is de bedoeling realistische modellen te maken die geïmplementeerd kunnen worden in conventionele commerciële codes, met toepassing op de MYRRHA-reactor.
- Een tweede doctoraat omvat de numerieke studie van botsende jet-flows en turbulente warmteoverdracht in menglagen, toegepast op situaties met thermische schokken onder druk in kernreactoren. Het is de bedoeling om de knowhow voor de ontwikkeling van algoritmes, modellering en kwantitatieve simulatie van PTS-gerelateerde problemen te verbeteren.

### **R&D-samenwerking met het IRSN**

- In 2016 werd een doctoraatsthesis, gefinancierd door IRSN en Bel V en gericht op de studie van de verspreiding

van radionucliden in beton en interfaces van klei en beton, succesvol verdedigd. Dit doctoraat gaf Bel V een beter inzicht in de fysisch-chemische reacties die zouden kunnen plaatsvinden in de cementhoudende barrières van een geologische berging en aan hun interfaces met het gastgesteente klei (een mogelijk gastgesteente dat in overweging wordt genomen door ONDRAF/NIRAS voor geologische berging in België). Dit doctoraat liet in het bijzonder toe om de wetenschappelijke kennis te verbeteren over de impact van omstandigheden met hoge temperaturen (tot 70°C, temperaturen die zouden kunnen voorkomen in een geologische bergings situatie) op deze reacties. Het doctoraat droeg zo bij tot het verstevigen van de expertise van Bel V die zal vereist zijn voor de toekomstige evaluatie van een veiligheidsanalyse voor een instelling voor geologische berging.

- Bel V is lid van de Pôle Géochimie Transport (PGT), die verschillende organisaties (waaronder IRSN) en instellingen groepeerd met gemeenschappelijke belangen in de ontwikkeling van digitale simulaties van reactief transport. In het kader van zijn deelname aan PGT IV breidde Bel V zijn kennis en expertise uit binnen het domein van reactief transport in poreuze media. Dit werd verwezenlijkt door de ontwikkeling van modellen die het verband leggen tussen radionuclidemigratie in cement en de fysisch-chemische afbraak van cement verwacht in het project voor de oppervlaktebergingsinstallatie met de HYTEC-code (ontwikkeld binnen het kader van de Pôle Géochimie Transport). De uitwisselingen die Bel V had met andere PGT IV-deelnemers (tijdens vergaderingen en workshops) droegen ook bij tot de ontwikkeling van de expertise van Bel V.
- Sinds 2015 cofinanciert Bel V (samen met CEA en IRSN) een doctoraatsthesis met de titel '*Capacité de prise en compte des perturbations chimiques par les codes couplés chimie-transport : une étude 'expérience vs simulation numérique' de l'impact des panaches salins*'.

## 4.5 Opleiding

Er werd gekozen voor een gestructureerde opleidingsaanpak op basis van de Systematic Approach to Training (SAT) van het Internationaal Atoomenergieagentschap. Er worden opleidingsprogramma's ontwikkeld voor alle personeelsleden (maar vooral ook voor nieuwkomers) op basis van de functieomschrijvingen en de vereiste vaardigheden. In dit verband heeft Bel V het SARCoN-model van het IAEA geïmplementeerd om het competentieniveau van nieuwe personeelsleden grondig te evalueren en zo onze analyse van competentiebehoeften te optimaliseren.

Voor deze opleidingsprogramma's wordt een beroep gedaan op verschillende methodes, afhankelijk van de beschikbaarheid van opleidingsmateriaal en de bruikbaarheid van externe cursussen: zelfstudie, interne opleidingen, externe cursussen of on-the-job training.

Een sleutelement in de initiële opleiding van nieuwe personeelsleden zijn de interne opleidingssessies door de Technical Training Manager met de hulp van ervaren experts (vooral van Bel V) als sprekers. Dit programma omvat 35 trainingsmodules. Er vonden 8 sessies plaats in 2014, 8 in 2015 en 9 in 2016:

- Fysieke bescherming
- INES
- Kwaliteitsmanagementsysteem

- Elektrische systemen
- Milieu-impactbeoordeling
- Inleiding tot veiligheidsanalyserapporten
- Stralingsbescherming Art. 25
- Andere Klasse I-installaties dan kerncentrales (IRE)
- Handhaving

Een voorbeeld van een externe opleiding waaraan nieuwe personeelsleden van Bel V hebben deelgenomen in 2016:

- Induction to Nuclear Safety (ENSTTI, 3 weken)

Bovendien organiseerde Bel V zogenaamde 'Internal Technical Sessions' om de R&D-resultaten van de Technical Responsibility Centres beter kenbaar te maken. In 2016 werden 3 van die Internal Technical Sessions georganiseerd.

Waar nodig worden ook niet-technische opleidingen georganiseerd (talen, informatica enz.).

Ook vermeldenswaardig is de deelname van medewerkers van Bel V aan tal van gespecialiseerde of opfrissingscursussen, en aan diverse werkgroepen, seminars en conferenties op internationaal niveau.

In totaal vonden in 2016 meer dan 65 opleidingsactiviteiten plaats.

# FINANCIEEL VERSLAG

## Balans op 31 december 2016

(bedragen in duizend euro)

	2015	2016
<b>ACTIVA</b>	<b>13.722</b>	<b>13.935</b>
<b>VASTE ACTIVA</b>	<b>5.652</b>	<b>5.190</b>
II. Immateriële vaste activa	602	339
III. Materiële vaste activa	5.048	4.849
A. Terreinen en gebouwen	4.792	4.629
B. Installaties, machines en uitrusting	205	177
C. Meubilair en rollend materieel	51	43
IV. Financiële vaste activa	2	2
<b>VLOTTENDE ACTIVA</b>	<b>8.070</b>	<b>8.745</b>
VII. Vorderingen op ten hoogste één jaar	3.136	3.883
A. Handelsvorderingen	2.890	3.818
B. Overige vorderingen	246	65
IX. Liquide middelen	4.700	4.577
X. Overlopende rekeningen	234	285



	2015	2016
<b>PASSIVA</b>	<b>13.722</b>	<b>13.935</b>
<b>EIGEN VERMOGEN</b>	<b>9.485</b>	<b>10.224</b>
I. Kapitaal	4.732	4.732
IV. Reserves	2.868	2.868
V. Overgedragen winst	1.885	2.624
<b>SCHULDEN</b>	<b>4.237</b>	<b>3.711</b>
VII. Schulden op meer dan één jaar	500	
IX. Schulden op ten hoogste één jaar	3.736	3.710
A. Schulden vervallen binnen het jaar	500	500
C. Handelsschulden	500	338
D. Ontvangen vooruitbetalingen op bestellingen	1.500	1.500
E. Schulden m.b.t. belastingen, bezoldigingen en sociale lasten	1.236	1.372
F. Overige schulden		
X. Overlopende rekeningen	1	1

## Resultatenrekening op donderdag 31 december 2016

(bedragen in duizend euro)

	2015	2016
Omzet	12.746	13.001
Andere bedrijfsopbrengsten	241	171
<b>TOTAAL BEDRIJFSOPBRENGSTEN</b>	<b>12.987</b>	<b>13.172</b>
Diensten en diverse goederen	2.534	2.096
Bezoldigingen en sociale lasten	9.201	9.750
Afschrijvingen	494	488
Afschrijvingen op handelsvorderingen		
Andere bedrijfskosten	95	96
<b>TOTAAL BEDRIJFSKOSTEN</b>	<b>12.324</b>	<b>12.430</b>
<b>Bedrijfsresultaat</b>	<b>663</b>	<b>742</b>
Financiële kosten en opbrengsten	4	-3
<b>Winst uit de gewone bedrijfsuitoefening</b>	<b>667</b>	<b>739</b>
<b>Winst voor het boekjaar</b>	<b>667</b>	<b>739</b>

## Resultatenrekening: toelichtingen

In 2016 bleven de activiteiten aanhouden, wat leidde tot een omzetstijging met 7,6%.

### Bedrijfsopbrengsten

#### Omzet

Het grootste deel van de omzet van Bel V (94%) werd gerealiseerd dankzij de reglementaire controles en veiligheidsanalyses in installaties van Klasse I, die worden gefactureerd op basis van een vast tarief dat met het FANC werd overeengekomen en dat de kosten van onze prestaties dekt. Dit jaar werd ook gekenmerkt door de tienjaarlijkse herzieningen door Belgoprocess en het SCK•CEN, het vervolg van het Myrrha-project, de versterking van de controle in uitbating op de site van Tihange en de voortzetting van de werkzaamheden in het kader van de 'Long Term Operation' van Doel 1/2 en Tihange 1.

Een klein deel van de omzet (3,79%) is afkomstig van overeenkomsten met de Europese Commissie voor de ondersteuning van instanties voor nucleaire veiligheid in Oost-Europese en groeilanden. Er werden ook controles uitgevoerd bij bijzondere installaties van Klasse II (de toekomstige Klasse IIA).

#### Andere bedrijfsopbrengsten

Andere bedrijfsopbrengsten zijn geen echte opbrengsten, maar bestaan voornamelijk uit bijdragen door personeelsleden voor het privégebruik van bedrijfswagens en voor maaltijdcheques.

### Bedrijfskosten

#### Diensten en diverse goederen

Diensten en diverse goederen is goed voor 17% van de bedrijfskosten. Dit jaar vertegenwoordigen onze R&D-uitgaven 3,38% van de bedrijfskosten.

#### Bezoldigingen en sociale lasten

De personeelsuitgaven vertegenwoordigen 78% van onze kosten, met inbegrip van uitgaven voor opleidingen.

#### Financiële kosten en opbrengsten

Financiële opbrengsten komen uit geldbeleggingen.

### Bedrijfsresultaat

Het bedrijfsresultaat voor het boekjaar werd geboekt als overgedragen winst.

## Lijst van afkortingen

<b>ADCC</b>	Algemene Directie Crisiscentrum van de Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken
<b>ASN</b>	Autorité de Sûreté Nucléaire (Frankrijk)
<b>BEST</b>	Belgische stresstests
<b>CEA</b>	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (Frankrijk)
<b>CNRA</b>	Committee on Nuclear Regulatory Activities (OESO)
<b>CSNI</b>	Committee on the Safety of Nuclear Installations (OESO)
<b>ENSREG</b>	European Nuclear Safety Regulators Group
<b>ENSTTI</b>	European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute (ETSON)
<b>ETSON</b>	European Technical Safety Organisations Network
<b>FANC</b>	Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle
<b>FBFC</b>	Franco-Belgian Fuel Fabrication
<b>FINAS</b>	Fuel Incident Notification and Analysis System
<b>HERCA</b>	Heads of European Radiological Protection Competent Authorities
<b>IAEA</b>	International Atomic Energy Agency - Internationaal Atoomenergieagentschap
<b>INSC</b>	Instrument for Nuclear Safety Cooperation (Europese Commissie)
<b>IRE</b>	Nationaal Instituut voor Radio-elementen
<b>IRS</b>	Incident Reporting System
<b>IRSN</b>	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (Frankrijk)
<b>IRSRR</b>	Incident Reporting System for Research Reactors
<b>JRC</b>	Joint Research Centre
<b>LTO</b>	Long-Term Operation
<b>NEA</b>	Nuclear Energy Agency (OESO)
<b>NIRAS</b>	Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Spleijstoffen

<b>NUSSC</b>	Nuclear Safety Standards Committee (IAEA)
<b>OESO</b>	Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling
<b>PSA</b>	Probabilistic Safety Assessment - probabilistische veiligheidsanalyse
<b>PSR</b>	Periodic Safety Review - periodieke veiligheidsrevaluatie
<b>R&amp;D</b>	Research & Development
<b>RIVM</b>	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Nederland)
<b>SALTO</b>	Safety Aspects of Long-Term Operation - Veiligheidsaspecten van langetermijnuitbating
<b>SCK•CEN</b>	Studie Centrum voor Kernenergie - Centre d'études d'Énergie Nucléaire (Mol)
<b>SRL</b>	Safety Reference Levels - veiligheidsreferentieniveaus
<b>TBRS</b>	Technical Board for Reactor Safety (ETSON)
<b>TRC</b>	Technical Responsibility Centre (Bel V)
<b>TSO</b>	Technical Safety Organisation - technische veiligheidsorganisatie
<b>TSOF</b>	Technical and Scientific Support Organization Forum (IAEA)
<b>USNRC</b>	Nuclear Regulatory Commission (VS)
<b>WENRA</b>	Western European Nuclear Regulators Association - West-Europese vereniging van regelgevende autoriteiten voor kernenergie

[www.belv.be](http://www.belv.be)