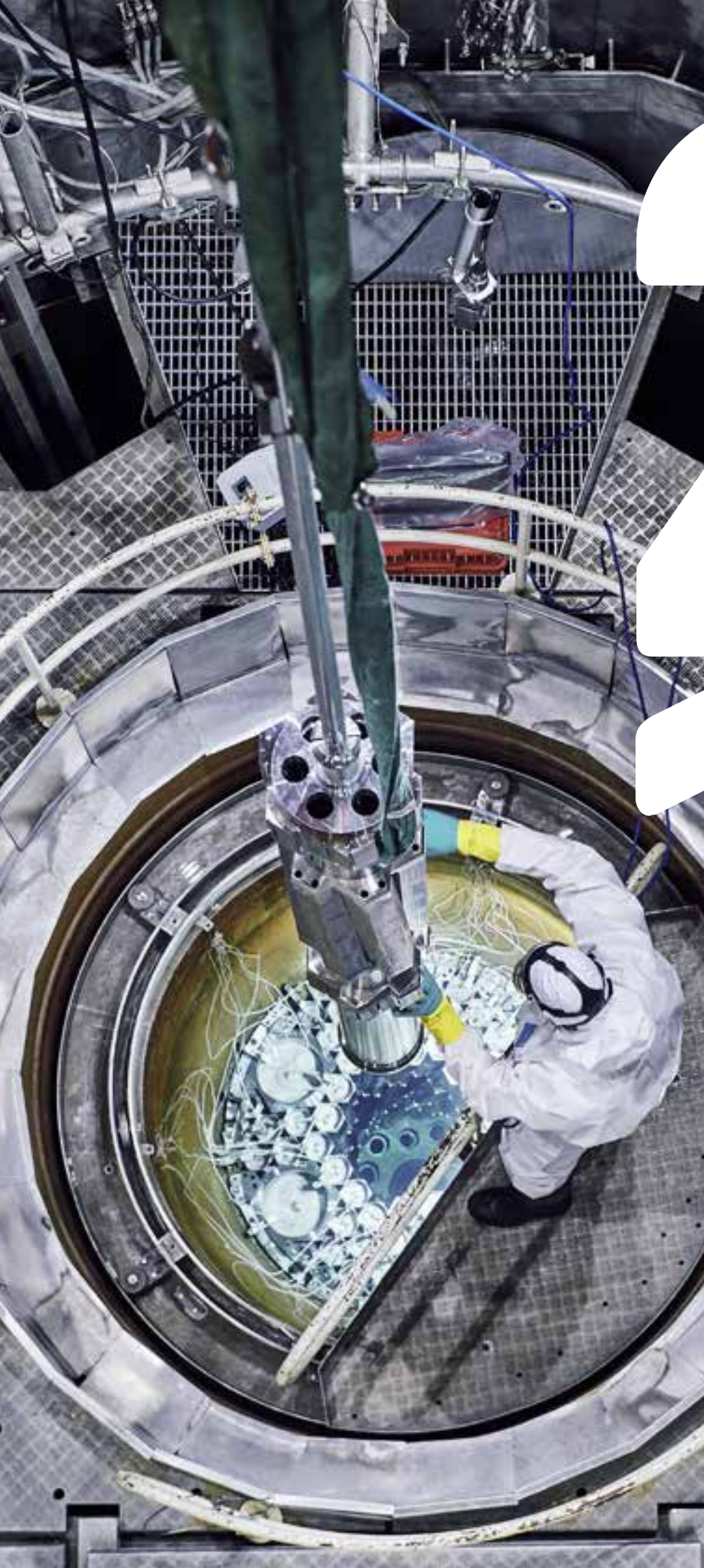


hoogtepunten

2015



SCK • CEN

STUDIECENTRUM VOOR KERNENERGIE
CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

2015

“ Met beide voeten in de maatschappij ”

Helemaal in lijn met zijn missie werkt het SCK•CEN rond thema's die belangrijk zijn voor onze maatschappij, nu en in de toekomst: de veiligheid en efficiëntie van nucleaire installaties, de berging van radioactief afval, de bescherming van mens en milieu tegen ioniserende straling, duurzame ontwikkeling ... Zo bouwen we mee aan een leefbare samenleving, voor onszelf en de generaties die na ons komen.



hoogtepunten
2015

BESTE LEZER

2015 was een uitdagend jaar voor het SCK•CEN. Een verminderde dotatie combineren met hoge investeringen en onkosten, en intussen betekenisvol onderzoek garanderen, het bleek geen eenvoudige oefening.

De ingrijpende vernieuwing van onderzoeksreactor BR2, een hoogtepunt in deze brochure, zorgde meteen voor een financieel dieptepunt. We legden onze belangrijkste installatie anderhalf jaar stil met lagere inkomsten en hoge investeringskosten als logisch gevolg. Maar het resultaat mag er zijn: in juli 2016 straalt BR2 weer als nooit tevoren! Nu de reactor tot wel acht cycli per jaar operationeel kan zijn, zal het SCK•CEN nog flexibeler inspelen op de wensen van zijn klanten.

Een toonbeeld van BR2's wereldklasse is het oplossingsgericht toegepast onderzoek dat we hebben uitgevoerd voor de reactoren Doel 3 en Tihange 2. Hoe we met onze unieke infrastructuur en expertise de integriteit van de reactorruipen tot op het bot hebben geanalyseerd, leest u verderop. U merkt, BR2 presteert al decennia op topniveau. Voor zijn opvolger, de nieuwe onderzoeksinstallatie MYRRHA, zijn onze ambities minstens even hoog. Het curriculum voor de komende jaren is uitgetekend met als eerste horde de realisatie van de versneller.

We scoorden nog meer goede punten. *Magics instruments*, een nieuwe spin-off van KU Leuven en het SCK•CEN, illustreert dat geweldige ideeën kunnen uitgroeien tot waardevolle toepassingen. Dankzij de juiste omkadering slaagden twee jonge wetenschappers erin om chips te ontwikkelen die tot

duizend keer beter bestand zijn tegen straling. Valorisatie, een mooi woord; wij zetten het om in de praktijk. En onze expertise reikt verder: we ondersteunen nationale en internationale overheden op het vlak van nucleaire noodplanning en werken samen om potentiële chemische, biologische, radiologische en nucleaire risico's te verminderen. Een leerrijke uitwisseling van kennis en ervaring.

De primus van de klas is de *SCK•CEN Academy for Nuclear Science & Technology*. Amper drie jaar na de oprichting is het aantal deelnemers aan onze opleidingen bijna verdubbeld en ronden we de kaap van het honderdste PhD-diploma. Ongetwijfeld een succesverhaal en een garantie voor de toekomst. Wetenschap en technologie doen jongeren dromen en stimuleren hen tot grootse dingen. Daar zijn we bij het SCK•CEN meer dan ooit van overtuigd. Mensen kansen geven om te groeien en hun talenten optimaal inzetten voor innovatief en grensverleggend onderzoek, dat is onze meest waardevolle investering.

Ik wens u veel leesplezier.

Eric van Walle
Directeur-generaal





ROUPE

01	Expertise valoriseren	06
02	Grenzen verleggen	22
03	Ontwikkelen en innoveren	42
04	Talent en middelen optimaliseren	68



Expertise
valoriseren

01

“Lagere eigen inkomsten en hogere investeringen”

Een uitdagende combinatie in een periode van transitie

Een studiecentrum dat sinds 1952 bestaat, moet voortdurend evolueren en tegelijkertijd trouw blijven aan het werk van de pioniers, de grondleggers van SCK•CEN's grote wereldpremières. Dat betekent investeren in wetenschappelijke ontwikkelingen, beveiliging en infrastructuur. De voorbije jaren bouwde het SCK•CEN een reserve op om die investeringen deels op te vangen. Ook de onderhandelingen met de overheid leveren de volgende jaren een hernieuwd vertrouwen. Want na een 2015 waarvoor de financiële steun van de federale overheid door de algemene besparing sterk gereduceerd werd, heeft het SCK•CEN nu een verbintenis gekregen voor de volgende twee jaar in het kader van een vierjarenplan. 2015 en 2016 zijn duidelijk transitiejaren in het leven van het SCK•CEN.

Interview met
Christian Legrain,
secretaris-generaal

Wat is de financiële balans van de voorbije jaren voor het studiecentrum?

Christian Legrain: Die ziet er erg positief uit! De jaren 2013 en 2014 waren uitzonderlijk voor onze eigen inkomsten. Het SCK•CEN vulde zijn toelage van de overheid aan met een hogere omzet dan in de jaren voordien. Die evolutie stelde ons in staat om financiële reserves op te bouwen en investeringen te doen die nodig zijn om onze hele infrastructuur in de toekomst state of the art te laten draaien.

Wat waren dan precies de voornaamste bronnen van die eigen inkomsten?

Christian Legrain: Naast onze eigen ontwikkelingen springen er twee grote projecten uit waarin we gevraagd werden een rol te spelen. Onze medewerkers hebben verregaand onderzoek uitgevoerd voor Doel 3 en Tihange 2, een thema dat geregeld de pers gehaald heeft. Met onze performante onderzoeksreactor BR2 waren we in staat materialen te bestralen. Dankzij de

“De sterke punten van het SCK•CEN zijn onze creativiteit en de flexibiliteit van onze medewerkers.”

expertise van onze medewerkers en de mogelijkheden in onze BR2-reactor en ‘warme’ laboratoria, slaagden we erin om samen met de uitbater het gedrag van beide reactorhuizen voor de volgende tientallen jaren te voorspellen (zie pagina 52). Het is duidelijk dat we met onze knowhow een waardevolle bijdrage kunnen leveren bij zulke nucleaire vraagstukken. De inspanningen van onze medewerkers op dat vlak leverden een substantiële extra omzet op voor het SCK•CEN.

Ook hadden we een omvangrijk project voor de ontwikkeling van een nieuw radio-isotoop voor de palliatieve zorgverlening (zie pagina 14). Dit liep een paar jaar uitstekend, maar is in 2015 tot een einde gekomen – al toonde een groot farmaceutisch bedrijf interesse om het verder te zetten. Een drietal jaar leverde dat project uitzonderlijke inkomsten op, maar in de toekomst zal dat dus niet meer zo zijn. Toch toont dit eens te meer aan dat het SCK•CEN door zijn kennis van bestralingstechnieken en radiochemie een belangrijke meerwaarde kan leveren aan de farmaceutische wereld. Zoiets betekent niet dat de volgende jaren ook zo uitzonderlijk zullen zijn. Een reden te meer om via de steun van de federale overheid ongeveer de helft van onze middelen te behouden.

U zegt dat de opgebouwde financiële reserves nu van pas zullen komen. Welke investeringen staan er op het programma?

Christian Legrain: De trend van groeiende inkomsten zal zich niet automatisch voortzetten, en daarom beschouw ik 2015 en 2016 als transitiejaren. Ze zullen een combinatie zijn van minder eigen inkomsten en hogere investeringen. De voornaamste redenen daarvoor zijn de stopzetting van onze onderzoeksreactor BR2 – voor een periode van meer dan 18 maanden (zie pagina 44) – en een ambitieus investeringsplan. De totale kostprijs voor de ‘refurbishment’ van BR2 bedraagt 30 miljoen euro, en dan reken ik onze personeelskosten niet mee. Daarnaast zijn er de investeringen voor de beveiliging van de site en voor de stresstest. Na meer dan zestig jaar hebben we het hoogspanningsstation van het SCK•CEN helemaal vernieuwd. En als je op onze site komt, zie je meteen dat er veel werken aan de gang zijn (zie pagina 78-83). Onder meer onze watertoren is gerenoveerd en de constructie van een volledig nieuw gebouw is gestart.

Hoe ziet de federale overheid de toekomst van het studiecentrum?

Zijn daar ondertussen afspraken over gemaakt?

Christian Legrain: Het was inderdaad nodig om met de Belgische overheid tot overleg te komen. De federale overheid had in de begroting 2015 de ontwikkeling van de nieuwe multifunctionele onderzoeksreactor MYRRHA niet in rekening gebracht, wat voor ons 20 miljoen euro minder betekende dan verwacht. De kosten en investeringen in dit programma heeft het SCK•CEN dus volledig zelf gefinancierd. Maar dankzij opbouwend overleg hebben we in oktober 2015 van de overheid een duidelijke visie gekregen voor de periode van 2016 tot en met 2019 voor het hele SCK•CEN en een aparte dotatie van twee jaar voor MYRRHA.

Wat houdt die visie concreet in?

Christian Legrain: Er is een verbintenis op drie niveaus. Ten eerste blijft de dotatie behouden om gedeeltelijk onze personeels- en andere kosten te dekken. Ten tweede komt er een speciale dotatie voor MYRRHA: 20 miljoen euro voor 2016 en 20 miljoen euro voor 2017. Ten derde werd een afzonderlijk budget uitgetrokken voor de beveiliging van de site en voor de stresstest.

U spreekt over een afzonderlijk budget. Gaan de beveiliging en de stresstest dan gepaard met zoveel investeringen?

Christian Legrain: De beveiliging van de site, een terechte preventieve maatregel tegen het gevaar van terrorisme, zal alles bij elkaar zo'n 30 miljoen euro bedragen over een periode van vijf tot zes jaar. Naar de stresstest, een gevolg van de maatregelen na het incident in Fukushima, gaat 11 miljoen euro. Ook het SCK•CEN moet aan zo'n stresstest voldoen, want die is in België niet alleen van toepassing op kerncentrales, maar ook op gerelateerde onderzoekscentra.

Bent u optimistisch voor de toekomst?

Christian Legrain: De wereld verandert steeds sneller en ons vermogen om ons aan te passen is van essentieel belang. In ons strategisch plan hebben we in grote lijnen het beleid voor de toekomst vastgelegd en de flexibiliteit ingebouwd om snel in te spelen op kansen die de markt ons biedt. De voorbije jaren hebben we onze ondersteunende diensten versterkt, vooral om onze kennis te valoriseren. Bovendien hebben we in twee jaar tijd twee spin-offs gecreëerd (zie pagina 11). Natuurlijk zorgen we ervoor dat onze managementtools maximaal voldoen aan de uitdagingen van morgen en de controle van onze activiteiten. Maar onze sterke punten blijven vooral onze creativiteit in brede

zin en de flexibiliteit van onze medewerkers. Ja, ik kijk de toekomst vrij positief tegemoet, op voorwaarde dat we ons blijven inspannen om een hoogstaand niveau te handhaven op vlak van onderzoek, innovatie en valorisatie.

“ Dankzij opbouwend overleg hebben we van de federale overheid een duidelijke visie gekregen. ”



Magics Instruments: van project naar product

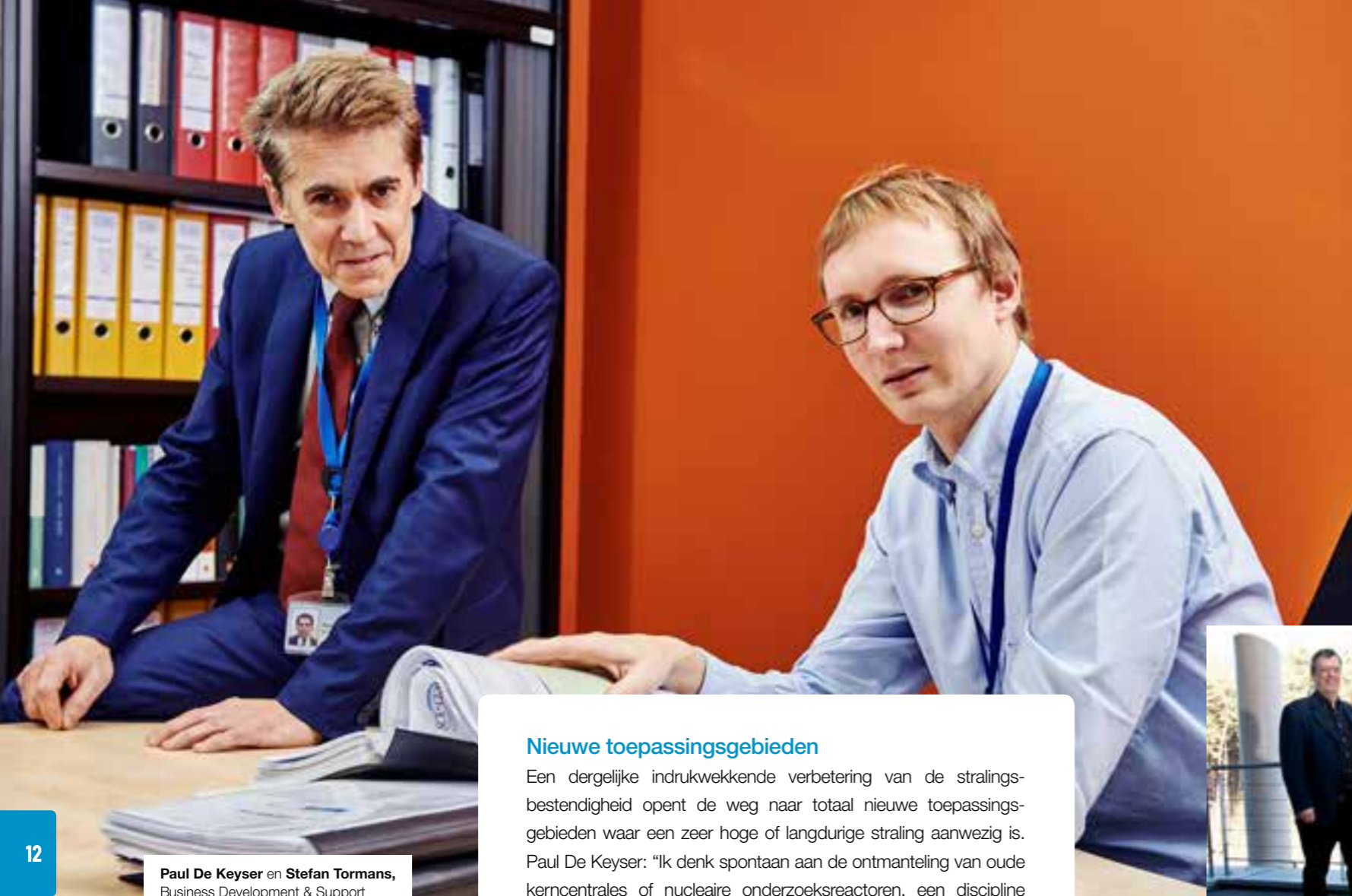
Micro-elektronica met duizend keer hogere stralingshardheid

Het SCK•CEN biedt doctoraatsstudenten geregeld bestralingsfaciliteiten voor het onderzoek dat ze doen.

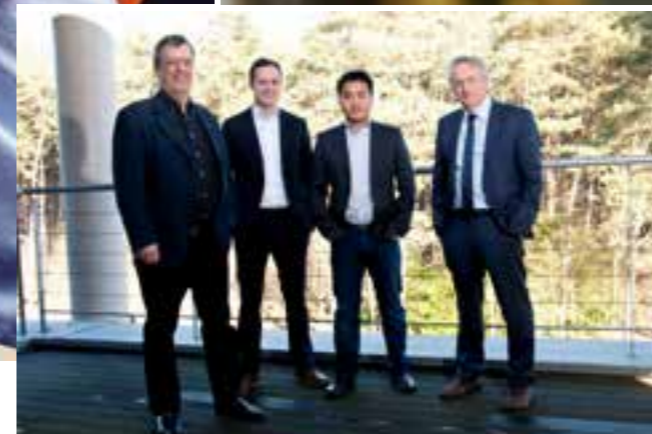
Dat gebeurde ook bij een thesis over stralingsharde micro-elektronica. Het werk focuste op het ontwerpen van schakelingen of chips die sterk bestand moeten zijn tegen straling. Dat lukte zo goed dat het idee ontstond om met dit project daadwerkelijke producten te creëren. En daarom werd Magics Instruments opgericht.

De kiem van het onderzoek lag bij het SCK•CEN, waar de vraag ontstond om permanent metingen in de ITER-kernfusiereactor en in de MYRRHA-onderzoeksreactor te kunnen uitvoeren in een intens stralingsveld. Daarop werden aan het departement Elektrotechniek (ESAT) van de KU Leuven circuitontwerpen gemaakt. Het SCK•CEN stelde niet alleen de bestralingsfaciliteiten van reactor BR2 ter beschikking, maar gaf ook toegang tot zijn uitgebreide kennis over de effecten van straling op materialen. De opstellingen om die chips te testen op extreem hoge gammastralingsdosissen werden door de ESAT-onderzoekers ontworpen en gerealiseerd in samenwerking met Ludo Vermeeren en Wouter de Cock van de SCK•CEN-eenheid *Onderzoek Instrumentatie en Controle*.

Wouter De Cock, Onderzoek Instrumentatie en Controle
Vincent Massaut, Business Development & Support



Paul De Keyser en Stefan Tormans, Business Development & Support



“ Het is onze ambitie om zo snel mogelijk producten te vermarkten, zodat Magics Instruments kan groeien. ”

Commerciële groei

Magics Instruments is momenteel vooral bezig met contractuele onderzoeksprojecten. Paul De Keyser licht toe: “Dat resulteert in een klein aantal prototype-schakelingen. Zulke projecten hebben maar een beperkt potentieel om de omzet te verhogen. Daarom is de ambitie om zo snel mogelijk producten te vermarkten, zodat het bedrijf daadwerkelijk kan groeien. Magics Instruments wil ook opklimmen in de waardeketen en evolueren van de verkoop van elektronische componenten naar die van geïntegreerde meetmodules.”

Op middellange termijn wil Magics Instruments verder groeien door totaaloplossingen voor specifieke nucleaire toepassingen uit te brengen, bijvoorbeeld voor ontmanteling en waste management. “Het SCK•CEN wil daar volop aan bijdragen. Zo maakt Vincent Massaut, onze adjunct-directeur Business Development & Support, deel uit van de raad van bestuur van Magics Instruments. Zijn ruime ervaring met de ontmanteling van nucleaire installaties, onder meer van de vroegere onderzoeksreactor BR3 en zijn activiteit in fusieonderzoek, waar zulke sensoren nuttig zullen worden, kan erg waardevol zijn. Hij en andere medewerkers van het studiecencentrum zullen hun vakkennis en hun wereldwijde netwerk inzetten om van Magics Instruments een succesverhaal te maken.”

Stefan Tormans, SCK•CEN Head of Legal, was nauw betrokken bij de oprichting van de vennootschap: “Met zoveel verschillende partijen en belangen moet je tot een evenwichtig akkoord komen. Sommige partijen brachten cash in, anderen (ook) non-cash zoals intellectuele eigendom. We zijn gestart met het opstellen van een *term sheet*: een bondige samenvatting van de belangrijkste afspraken. Daarna volgden een hele reeks concrete documenten en detailafspraken, zoals een aandeelhoudersovereenkomst met onder meer de verdeling van de aandelen, de statuten van de nieuwe vennootschap, managementovereenkomsten en een *technology transfer agreement*.”

Het intensieve oprichtingsproces duurde een negental maanden en leverde een dossier van meerdere honderden pagina's op. Stefan Tormans: “Nadat de raad van bestuur groen licht gaf, stapten we op 28 oktober naar de notaris. De naamloze vennootschap Magics Instruments was een feit. De creatie van deze spin-off is maar een eerste stap. De ontwikkelaars moeten nu verder evolueren van wetenschapper naar ondernemer.”

Nieuwe toepassingsgebieden

Een dergelijke indrukwekkende verbetering van de stralingsbestendigheid opent de weg naar totaal nieuwe toepassingsgebieden waar een zeer hoge of langdurige straling aanwezig is. Paul De Keyser: “Ik denk spontaan aan de ontmanteling van oude kerncentrales of nucleaire onderzoeksreactoren, een discipline waarin het SCK•CEN al een grote expertise heeft. Ook in het kader van berging van radioactief afval zijn er applicaties mogelijk. Acuter zijn de interventies bij ongevallen zoals in Fukushima waar het SCK•CEN zijn kennis al ingezet heeft. Daar liggen de stralingsniveaus aanvankelijk extreem hoog en dan moet je robots hebben die ertegen bestand zijn. Ook in meetsystemen in of nabij fissie- of fusiereactoren is een hoge stralingsweerstand een troef, onder meer bij veiligheidsupgrades.”

Wetenschapper wordt ondernemer

De ontwikkeling van een chip met hoge stralingsweerstand biedt commerciële perspectieven. Daarom staken verschillende partijen de koppen bij elkaar: ontwikkelaars, professoren van ESAT, KU Leuven, LRD (KU Leuven Research & Development), Gemma Frisius Fonds en het SCK•CEN. De samenwerking mondde uit in een naamloze vennootschap met de naam *Magics Instruments*.

Duizend keer meer weerstand

SCK•CEN Business Development Advisor Paul De Keyser volgde het project op de voet: “De eenheden van hoeveelheid geabsorbeerde ioniserende straling worden benoemd in rad en gray. De huidige state of the art stralingsharde chips kunnen gewoonlijk zowat 10 000 gray aan – wat volstaat voor bijvoorbeeld ruimtevaartmissies. Maar het onderzoek wees uit dat nu dosissen tot 5 miljoen gray en hoger mogelijk zijn. Met onze innovatieve aanpak hebben we hier werkelijk een chip ontwikkeld die duizendmaal meer weerstand biedt dan de huidige ruimtevaartcomponenten. Dat resultaat is te danken aan een tiental jaar onderzoek en aandacht voor heel wat maatregelen die de micro-elektronica sterk bestand maken tegen straling.”

Waardevol radio-isotoop voor behandeling van kanker

ACPIL, een uitdagend project onder strenge voorwaarden

Voor de ontwikkeling van een veelbelovend geneesmiddel was een bedrijf uit de medische sector op zoek naar actinium-227. Het vervalproces van dit radio-isotoop resulteert in radium-223, dat erg waardevol is in de preventie en behandeling van kanker. Het SCK•CEN bezat een eigen voorraad actinium en bood zijn diensten aan. Frédéric Jutier en Patrick Lycke van de expertisegroep Radiochemie waren van nabij betrokken bij dit belangrijke project, dat de naam 'ACPIL' kreeg.



Frédéric Jutier,
Radiochemie

In de late jaren 1960 produceerde het SCK•CEN actinium-227 (Ac-227), het meest stabiele radioactieve isotoop van actinium. Ac-227 heeft gunstige nucleaire eigenschappen om het als warmtebron te gebruiken in de ruimtevaart. Frédéric Jutier schetst de context: "Verschillende landen hadden in die tijd een uitgebreid ruimtevaartprogramma. Omdat Ac-227 beschouwd

werd als een goede radioactieve bron om ruimtevaartuigen van energie te voorzien, produceerde het SCK•CEN dit door bestraling in de BR2-reactor van het ruwe materiaal radium-226 (Ra-226). Dat was toen afkomstig van het zuivere radium van het ontginningsbedrijf Union Minière, vandaag bekend als Umicore. België speelde toen al een rol in de ontwikkeling van toepassingen in de ruimtevaart. Helaas waren de kosten voor de productie en verdere technologische ontwikkeling van een op Ac-227 gebaseerde warmtebron te hoog, waardoor het SCK•CEN zijn productie in 1976 stopzette."

Een kleine maar actieve voorraad

Sinds de stopzetting van dit project had het studiecentrum een beperkte voorraad gezuiverd Ac-227 in bewaring. "In gewicht was de hoeveelheid erg klein", zegt Patrick Lycke. "Je kon het actinium niet zien met het blote oog. Maar het vertoonde wel een belangrijke hoeveelheid radioactiviteit. Die voorraad Ac-227 lag hier enkele decennia opgeslagen. Tot er een vraag uit het niets kwam; dat het SCK•CEN over Ac-227 beschikte, trok de aandacht van een medisch bedrijf."

Dat bedrijf heeft een sterke knowhow op vlak van kankerbehandelingen met radium-223 (Ra-223). Frédéric Jutier legt uit: "Zowel de elementen radium als calcium zijn groep II-metalen en hebben vergelijkbare chemische eigenschappen en verwantschappen. Daardoor wordt radium in het menselijk lichaam opgenomen zoals calcium, en concentreert het zich in het botweefsel. Het bedrijf heeft een methode ontwikkeld om met behulp van het radioactieve isotoop Ra-223 botmetastasen bij patiënten met castratie-resistente prostaatkanker selectief te vernietigen."

De werking van Ra-223 is heel specifiek, zegt Frédéric Jutier: "Het verval van Ra-223 resulteert in de emissie van alfadeeltjes met een energie tussen 5 en 6 MeV. De uitgestraalde alfadeeltjes hebben een hoge lineaire energieoverdracht: ze verliezen veel energie aan de materie die ze doorkruisen, en daardoor is hun reikwijdte beperkt. Precies dat maakt het mogelijk om kankercellen te vernietigen en tegelijkertijd de beschadiging van gezonde weefsels rond de metastase te minimaliseren."

Uiterst geconcentreerd

Hoe wordt Ra-223 nu verkregen? Frédéric Jutier verduidelijkt: "Dat gebeurt door het vervalproces van Ac-227. Het aanbod van Ac-227 was dus van cruciaal belang voor onze klant om via klinische tests het geneesmiddel te evalueren."

"De Ac-227-bronnen van het SCK•CEN waren te hoogradioactief om naar het medische bedrijf te vervoeren en het te behandelen", weet Patrick Lycke. "Een geschikte transportcontainer was niet voorhanden en onze klant beschikte niet over een inrichting om zulke hoge radioactiviteitswaarden te verwerken. Daarom is het SCK•CEN in 2009 gestart met het ACPIL-project (Actinium reconditioning PILot) om de Ac-227 bronnen in kleinere porties op te delen."



Patrick Lycke,
Radiochemie

“Onze klant legde de lat bijzonder hoog. We kijken uit naar nog zo'n uitdaging!”

Eerst werden de bronnen naar een nieuwe hot-cell gebracht, een afgeschermd ruimte om via afstandsbediening hoogradioactieve bronnen te behandelen. Patrick Lycke moest uiterst geconcentreerd werken: "Zo'n bron zat verpakt in een klein boutje, je zag het Ac-227 amper liggen. We hebben het Ac-227 opgelost in zuur milieu en dan die oplossing verdeeld over twintig kleine capsules. Dit ging over een operatie van veel geld. Lieten we een druppeltje vallen, dan was er een waarde ter grootte van een luxewagen weg! Daarom werd het volledige oplossingsproces geregistreerd met een camera."

Alles lukte perfect: "We hebben de hoeveelheid netjes verdeeld over twintig lekdicte capsules, die we dan per twee in een geschikte transportcontainer gestopt hebben. Ze werden onder grote beveiliging verzonden. De hoeveelheid van één container was wel behandelbaar door onze klant. Deze kan het Ac-227 door het geleidelijke verval van de radioactiviteit nu jarenlang gebruiken en hergebruiken voor radiotherapeutische toepassingen."

Uitzicht op nieuwe projecten?

Het SCK•CEN voldeed met het ACPIL-project aan zijn plicht om als instelling van openbaar nut een medisch bedrijf een grondstof te leveren die absoluut nodig is voor de ontwikkeling en voor de klinische proeven van een veelbelovend geneesmiddel. Frédéric Jutier en Patrick Lycke kijken tevreden terug op de interdisciplinaire samenwerking: "Het was geweldig om samen te werken met verschillende groepen binnen het SCK•CEN: we konden rekenen op onze collega's voor onder andere radiochemische analyses, veiligheidsstudies en technische ondersteuning. Onze klant legde de lat erg hoog door strenge eisen en een strikte tijdslijm. We kijken uit naar nog eens zo'n uitdaging!"



BUIZENKANAAL VAN 350 METER

Er was nog een krachttoer. Tijdens de verwerking van de Ac-227 bronnen kwam het radioactieve edelgas radon-219 (Rn-219) vrij. Gelukkig heeft dit isotoop een uiterst korte halveringstijd, nl. 4 seconden, zodat na minder dan 1 minuut het Rn-219 vervallen is. Maar alle radon moest wel helemaal vervallen zijn voordat het via de schoorsteen van de hot-cellventilatie verdween. Als oplossing werd in twee op elkaar geplaatste lekdicte zeescheepvaartcontainers een *Radon Delay System* (RDS) gebouwd: een ellenlang systeem van leidingen en filters. Het bevatte onder meer een *delay loop* van 350 meter kunststof buizen om de uitstoot van Rn-219 te vertragen en de radioactiviteit te laten vervallen. Extra filters vingen de zogenoemde dochters van het Rn-219 op. Het systeem werd geïnstalleerd tussen de hot-cell en de schoorsteen van de hoofdventilatie. Alles werkte uitstekend: er werd geen noemenswaardige radioactiviteit in de schoorsteen gemeten.



IAEA erkent educatieve inspanningen

Driejarige samenwerking met SCK•CEN Academy

De inspanningen van het SCK•CEN om zijn kennis met de wereld te delen worden sterk gewaardeerd. Niet toevallig ondertekende het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) in 2015 een Practical Arrangement om samen te werken op gebied van opleiding en training van studenten en nucleaire professionals.

De Academy heeft als doel de nucleaire kennis, vaardigheden en competenties door onderwijs en training te behouden en te vergroten. Ze biedt kansen aan bachelor- en masterstudenten, PhD-kandidaten en postdocs, en zorgt voor continue vorming van professionals die in hun dagelijkse job van ver of dichtbij te maken krijgen met ioniserende straling.

Experten van het SCK•CEN delen hun wetenschappelijke en technologische kennis geregeld met andere partijen, zowel in België als op internationaal niveau. Zo doen heel wat opkomende landen die starten met nucleaire toepassingen een beroep op onze specialisten. Al die opleidingsactiviteiten worden gecentraliseerd in de *SCK•CEN Academy for Nuclear Science and Technology*.

Groter netwerk

De activiteiten van de SCK•CEN Academy trokken de aandacht van het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA). Dat mondde uit in een *Practical Arrangement*, een overeenkomst met het IAEA, die op een internationaal congres in Wenen werd ondertekend. Het doel is de deelname van het SCK•CEN aan onderzoeks- en opleidingsprojecten van het IAEA uit te breiden op een gestructureerde manier.



Eric van Walle, directeur-generaal SCK•CEN en Mikhail Chudakov, adjunct directeur-generaal IAEA en hoofd van het departement Kernenergie, ondertekenen de overeenkomst.

“Deze overeenkomst met het IAEA is voor ons een officiële erkenning van de expertise die we in huis hebben.”



Deze *Practical Arrangement* is voor het SCK•CEN een officiële erkenning van de expertise die het in huis heeft. Dankzij de overeenkomst kunnen er ook meer contacten ontstaan met landen en bedrijven die kunnen leiden tot samenwerking op het vlak van consultancy, opleiding en wetenschappelijk onderzoek.

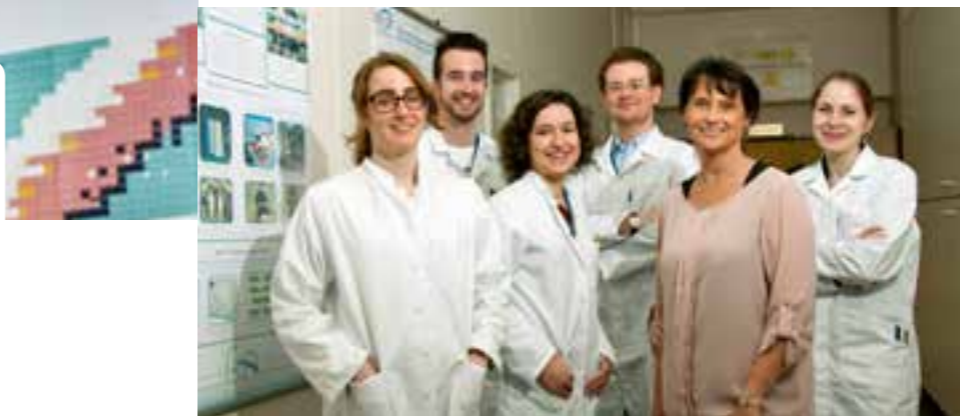
Concrete projecten

In de praktijk krijgt de SCK•CEN Academy for Nuclear Science and Technology de verantwoordelijkheid om verschillende activiteiten te coördineren en realiseren. Onze specialisten zullen aan expertmissies deelnemen om aanvragen te evalueren van landen die steun vragen aan het IAEA en ze zullen meewerken aan projecten voor nucleair kennisbeheer, opleiding en training. Daarnaast komt er een grotere uitwisseling en verspreiding van kennis en informatie met landen die recent gestart zijn met kernenergie of dit in de toekomst zullen doen.

Ondertussen zet de SCK•CEN Academy lopende samenwerkingsverbanden met het IAEA voort. Voorbeelden daarvan zijn de deelname aan een stuurcomité over opleiding en training in stralingsbescherming, transport en afvalveiligheid.

Scholieren motiveren

Een nieuw initiatief is een *Co-ordinated Research Project* (CRP) om jonge veelbelovende scholieren te laten kennismaken met STEM-gerelateerde onderwerpen (science, technology, engineering and mathematics). De SCK•CEN Academy for Nuclear Science and Technology was op dat vlak al actief en krijgt nu de kans om hierover ervaringen uit te wisselen met een aantal IAEA-leden.



HONDERDSTE DOCTORAATSSTUDENT

Het SCK•CEN heeft sinds 1992 een nauwe samenwerking met universiteiten opgebouwd om doctoraatsstudenten de kans te geven hun onderzoek uit te voeren in zijn nucleaire installaties en laboratoria. In een eerste periode kwamen er jaarlijks 5 tot 8 studenten over de vloer. Vanaf 2006 schoot het aantal de hoogte in, want het studiecentrum verwelkomt nu 12 tot 20 nieuwe PhD-studenten per jaar, met een piek van 21 in 2015.

Die voortdurende stroom studenten leverde het honderdste doctoraatsdiploma in samenwerking met het SCK•CEN op. Dat werd gevierd op 21 december 2015 met een bijeenkomst voor alle doctorandi en hun promotoren en mentoren. Op hetzelfde evenement lanceerde het SCK•CEN zijn alumniwerking, die iedereen die enkele weken, maanden of jaren op het studiecentrum is geweest wil verenigen en netwerking binnen deze groep wil faciliteren. Deze doelgroep zal in de toekomst sterker betrokken worden bij het onderzoeksgebeuren.

Jongeren

zijn de toekomst

Honderd doctoraten succesvol verdedigd! Een mijlpaal in de geschiedenis van het SCK•CEN en symbool voor de verjonging van de voorbije twee decennia. Nieuwe ideeën, gemotiveerde mentoren en promotoren, andere culturen, vele projecten ... wat een dynamiek! De interesse van scholen, universiteiten, studenten en stagiairs in ons werk zorgt voor vers bloed en is dé garantie voor onze toekomst.

Frank Hardeman

Adjunct-directeur-generaal



Grootste nucleaire noodplanoefening in België

Resultaat van twee jaar voorbereiding

Hoe kun je de procedures testen die in de nood- en interventieplannen omschreven staan? Door ze effectief toe te passen in de praktijk. Daarom vond op 29 en 30 oktober in de regio van Mol en Dessel een grote noodplanoefening plaats waarbij een nucleair incident werd gesimuleerd. De overheid, Belgoprocess en het SCK•CEN hebben alles intens voorbereid.

Elke twee jaar moet het SCK•CEN een nucleaire noodplanoefening houden. Philippe Antoine, die voor het studiecentrum de operatie coördineerde, beschrijft het verloop van de twee dagen.

Communicatietest

“Het zwaartepunt van de oefening lag op de eerste dag. De coördinatie gebeurde door het Coördinatie- en Crisiscentrum van de regering (CGCCR) in Brussel, in samenspraak met het geïntegreerd provinciaal coördinatiecomité. Dit comité, met onder meer vertegenwoordigers van de interventiediensten en de gemeenten, kwam samen in het crisiscentrum in Dessel. Een nucleair rampenplan verschilt

sterk van plannen voor incidenten in andere sectoren. Daarom is de coördinatie in handen van de federale overheden. Vanuit de noodplankamer van het SCK•CEN werd informatie naar het crisiscentrum in Brussel gestuurd. Het was een ideale gelegenheid om de communicatie via het nieuwe videoconferentiesysteem te testen – met een erg positief resultaat. Alles werd achteraf grondig geëvalueerd.”

Een grote groep studenten van het Heilig Graf Instituut uit Turnhout en de Artesis Hogeschool Antwerpen nam ook deel aan de oefening. Via een afgesloten socialemediaplatform simuleerden zij de reacties vanuit de bevolking en de media.



Alle werknemers gemobiliseerd

Op het terrein van het studiecentrum werden de medewerkers concreet betrokken bij de oefening: “De personeelsleden die een rol hebben in de noodplanorganisatie werden gemobiliseerd via de zogenoemde ‘Site Emergency’. Daarnaast was er een ‘General Emergency’, waarbij de sirenes van de site weerklonken. Alle medewerkers moesten verzamelen in het gebouw waar ze zich bevonden en mochten het niet verlaten; een ideale test voor de communicatie tussen de noodplankamer en de verschillende gebouwen. Om de bevolking niet nodeloos te verontrusten, werd het sirenenetwerk van Binnenlandse Zaken alleen stil geactiveerd.”

Toestand evalueren

De Evaluatiecel en de Meetcel binnen het CGCCR waren beide dagen actief om radiologische gegevens te verzamelen en analyseren. “Zij moesten de technische toestand evalueren en de impact bepalen”, zegt Philippe Antoine. “In de omgeving werd er gemeten met voertuigen van het SCK•CEN, de Civiele Bescherming, het Instituut voor Radio-elementen (IRE) en het leger. We moesten ook rekening houden met de windrichting om de neerslag van de radioactieve lozing te meten. Tot slot kwam het erop aan de meetgegevens van alle teams te verzamelen en correct te interpreteren.” Op de tweede dag lag de focus op de nazorg, de terugkeer naar een genormaliseerde situatie. Dit deel van de oefening verliep in de vorm van een workshop op het CGCCR.

MEETTEAM VERSTERKT

Het SCK•CEN beschikt over een eigen meetteam dat kan opgeroepen worden om na nucleaire incidenten ter plaatse metingen uit te voeren. Bij een interventie zijn zes à zeven mensen nodig: minstens twee voor staalnemingen, twee voor staalvoorbereidingen en twee voor metingen. In 2015 werd het team uitgebreid. Na een oproep meldden zich twintig kandidaat-operatoren aan. Ze kregen een theoretische en praktische opleiding over onder meer meettoestellen, persoonlijke beschermingsmiddelen en communicatie. Daarna gingen ze als hulpoperator op pad met een ervaren collega.

Metten met helikopter

Johan Paridaens van de dienst *Fysische Controle* stapte op dag twee in de helikopter om de contaminatie te meten: “Veel mensen vragen mij waarom dat niet meteen na een incident kan. Het antwoord is eenvoudig: je kunt niet meten als de radioactiviteit nog in de lucht hangt, want dan wordt de helikopter ook besmet. Je kunt contaminatie pas meten als er een depositie gebeurd is, de radioactiviteit moet op de grond neergeslagen zijn. Natuurlijk is het nodig met apparatuur te werken die een hoge opsporingsgevoeligheid en een korte meettijd heeft. Zo kun je uitgestrekte besmettingsgebieden meten. Wij maken gebruik van de *Aerial Gamma Spectrometry* (AGS). Die techniek is veilig voor piloten en passagiers die boven een besmettingsgebied vliegen. Je kunt er na een nucleair incident mee meten, maar ook voor radioactiviteitsmetingen van eerdere besmettingen is het een nuttig systeem.”

Op de luchtmachtbasis van Beauvechain stond een Agusta-helikopter klaar: “Dankzij een overeenkomst tussen de ministeries van Binnenlandse Zaken en Defensie stelt het leger een of meer helikopters ter beschikking voor noodplannen. We vlogen tot in Mol en hebben onderweg reële metingen gedaan op een site met een historische besmetting. Daar inspecteerden we het gebied op 100 meter hoogte. Onze detectors zijn in staat in enkele seconden voldoende statistische gegevens te verzamelen om de besmetting te kwantificeren. De resultaten waren identiek aan de metingen die ik daar ter plaatse te voet een tijdje geleden gedaan had!”



Grenzen
verleggen

02

“Slim straling meten na incidenten”

Elektronische componenten en gsm's als dosimeters

Wanneer er een radiologisch incident gebeurt, dan kunnen mensen in de omgeving significante stralingsdosissen oplopen. Hoeveel precies is belangrijk om te weten, bijvoorbeeld om slachtoffers te behandelen of gerust te stellen. Maar hoe bepaal je retrospectief dosissen als niemand een gespecialiseerde dosimeter op zak heeft? En hoe nuttig zijn smartphone-apps om straling te meten? Filip Vanhavere en Olivier Van Hoey geven ons inzicht in het gebruik van gsm's en smartphones als toevallige dosimeters en real-time detectoren.

Welke materialen zijn geschikt als toevallige dosimeter? En hoe meet je de opgelopen stralingsdosis?

Filip Vanhavere: Stralingsgevoelige componenten kunnen dienen als toevallige dosimeter om retrospectieve metingen te doen, dus om achteraf de opgelopen stralingsdosis vast te stellen. Kijk naar een gsm of smartphone: de weerstandjes op het elektronisch circuit, de achterkant van de chip in de SIM-kaart en het glas van het scherm zijn uiterst geschikt. Als die componenten na een bestraling verhit of belicht worden, 'klimmen' elektronen in het materiaal naar een hoger energieniveau. Daarna 'vallen' ze terug naar het laagste energieniveau en komt er luminescent licht vrij. Dat kun je meten met gespecialiseerde apparatuur. De hoeveelheid uitgezonden licht is in goede mate evenredig met de stralingsdosis. Met deze techniek kun je de dosis opgelopen over een hele periode meten.



Filip Vanhavere, Dosimetrie en Kalibratie

Hoe meer straling, hoe meer licht

Die luminescentie onder invloed van straling komt niet alleen voor in gsm's of smartphones, maar ook in gewone gebruiksvoorwerpen ...

Filip Vanhavere: Klopt, de luminescente eigenschappen tref je in mindere of meerdere mate aan in allerlei elektronische componenten, maar ook in stof (vuil), zolen van schoenen, kledingstukken, keramiek, zand ... Hoe meer straling ze geabsorbeerd hebben, hoe meer licht er vrijkomt als je ze daarna verhit of belicht. De laatste jaren hebben we verschillende componenten in detail gekarakteriseerd als toevallige dosimeter. Belangrijke eigenschappen hierbij zijn de minimaal detecteerbare dosis, de signaalvervaling in de loop van de tijd, de relatie tussen dosis en signaal, de reproduceerbaarheid en gevoeligheidsveranderingen.

Kan je een bestraling van toevallige dosimeters ter plaatse meten of kan dat alleen bij het SCK-CEN?

Olivier Van Hoey: Het onderzoek aan de hand van luminescentie kan alleen in gespecialiseerde laboratoria zoals we die hier in Mol hebben. Je zult dus misschien je bankkaart ter beschikking moeten stellen omdat we de chip nodig hebben om de stralingsdosis te meten. Dat brengt praktische beslommingen met zich mee, dat geef ik toe. Maar we zouden ook je tandglazuur kunnen gebruiken. En dan moet je een tand afgeven. Dát gaan we niet doen. (Lacht)



Simulatie ongeval in Bolivia

In 2002 gebeurde op een passagiersbus in Bolivia een ongeval met een radioactieve irridiumbron voor pijpleidinginspecties. Dat hebben jullie nu in samenwerking met verschillende laboratoria gereconstrueerd. Waarom?

Filip Vanhavere: De reconstructie van dit ongeval is gebruikt als een realistische testcase voor de retrospectieve dosimetrie. Het ging hier om het onderzoek op zich: menselijke fantomen werden voorzien van gespecialiseerde en toevallige dosimeters, bijvoorbeeld gsm's. Daardoor konden we echte en toevallige dosimeters vergelijken. De opgelopen stralingsdosissen in verschillende delen van het lichaam werden ook gesimuleerd met een computercode gebaseerd op de Monte-Carlotechniek.

“ We hebben verschillende materialen in detail gekarakteriseerd als toevallige dosimeter. ”



Olivier Van Hoey,
Dosimetrie en Kalibratie



Wat bracht de simulatie van het incident met de bus naar voren?

Filip Vanhavere: We stelden vast dat vooral de weerstandjes in gsm's nuttig zijn voor dosisreconstructies. Ook andere materialen komen van pas: zelfs schoenzolen en stof zijn handig voor een ruwe schatting. De grootste onzekerheid in de resultaten kwam door de inhomogeniteit van het stralingsveld. Zo was er een verschil tussen personen die hun gsm links en personen die hun gsm rechts droegen. Wil je een goed globaal beeld van de situatie krijgen, dan zijn die details belangrijk – maar vaak herinneren mensen ze zich niet meer. Daarom moet je altijd zoveel mogelijk verschillende toevallige dosimeters gebruiken. Dan krijg je een zo compleet mogelijk beeld en kun je een zo nauwkeurig mogelijke dosisschatting maken.

Binnen Eurados, de European Radiation Dosimetry Group, werken jullie samen met laboratoria uit heel wat landen. Vergelijken jullie de resultaten tussen die labo's?

Olivier Van Hoey: Absoluut. Zo hebben we bij Eurados eind november 2015 deelgenomen aan een intervergelijking. Verschillende laboratoria kregen gsm's die bestraald waren met een dosis die voor de deelnemers onbekend was. Het doel was aan de hand van de luminescentie in de glasdisplays van die gsm's de opgelopen stralingsdosis te reconstrueren. Uit deze en andere onderzoeken komt naar voren dat de vastgestelde verschillen niet erg groot zijn.

Apps om straling te meten

Er zijn ondertussen een tiental apps voor smartphones op de markt waarmee je straling kunt meten. Ze zijn niet allemaal even betrouwbaar. Hoe kun je uit zulke metingen toch betrouwbare resultaten distilleren?

Olivier Van Hoey: Die apps meten straling met behulp van de smartphonecamera, die je eerst moet afdekken met zwarte tape. Ze zijn bedoeld om de straling op één bepaald moment te meten. Bij sommige applicaties is het mogelijk de data online te zetten. Als we die data op een kaart zouden verzamelen en analyseren, dan zouden we een goede kijk krijgen op het stralingsniveau in een bepaald gebied. De individuele data op zich zijn misschien niet exact genoeg omdat er voor een te korte tijd gemeten is. Door de meetresultaten te combineren, kun je toch een vrij goede inschatting maken van het stralingsniveau.

Gebeuren zulke metingen niet beter door de eigen meetploegen van het SCK·CEN?

Filip Vanhavere: Natuurlijk zijn die ploegen nuttig voor specifieke en plaatselijke metingen, maar hun aantal volstaat niet om bij een incident in een groot gebied – bijvoorbeeld heel België – een volledige meting te doen. Stel dat je dan beschikt over een netwerk van mensen die in het hele land metingen uitvoeren, dan kun je hen vragen om een tiental minuten met hun gsm te meten en je verzamelt en verwerkt alle gegevens op een halve dag ... Zo bewijst de bevolking zichzelf een grote dienst.

Kennis delen om risico's te verminderen

Naar een veiligere CBRN-situatie in landen rond de Europese Unie

Hoe kunnen we in Europa en daarbuiten de chemische, biologische, radiologische en nucleaire (CBRN) risico's verminderen en de gevolgen van incidenten onder controle houden? Die vraag stelt de Europese Commissie zich in het kader van haar politiek voor veiligheid en vrede. Ook het SCK·CEN draagt zijn steentje bij aan dit bewustmakingsproject binnen en buiten de Europese Unie.

De Europese Commissie creëerde het *Instrument contributing to Stability and Peace* (IcSP) om de stabiliteit en vrede in de Europese Unie en meer uitgebreid in de wereld te versterken. Het IcSP ondersteunt onder meer de *CBRN Centres of Excellence*, een initiatief om CBRN-incidenten te voorkomen of de gevolgen ervan te verminderen. Verschillende wetenschappelijke medewerkers van het SCK·CEN zijn bij deze Europese projecten voor beveiliging en nucleaire noodplanning betrokken. We spraken met Klaas van der Meer, Carlos Rojas Palma en Matej Gedeon.

Handboek, procedures en cursussen

Overheden en bedrijven in heel wat landen hebben kennis nodig over hoe ze moeten omgaan met de gevolgen van CBRN-incidenten. "Daarom stelden we een handboek op over de aanpak van radioactieve bronnen bij gevallen van terrorisme," zegt Carlos Rojas Palma. "Ook hebben we procedures opgesteld voor crisismanagement die gebaseerd zijn op een grondige CBRN-kennis. Dit handboek verzamelt technische en operationele informatie voor een brede doelgroep – van de Europese Commissie, over bedrijven tot eindgebruikers."

Het blijft niet bij het opstellen van handleidingen en procedures alleen. Carlos: "We willen in de 28 lidstaten van de Europese Unie een cursus geven aan politie, hulpdiensten en interventieteams. Dat gebeurt samen met het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle, het multidisciplinair opleidingscentrum voor professionele veiligheidstrainingen Campus Vesta, Universitair Ziekenhuis Gent en de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, van wie we grote onderscheiding gekregen hebben voor de inhoud van onze cursus. Er is grote belangstelling voor dit initiatief."



Carlos Rojas Palma,
Crisisbeheer en Beleidsondersteuning



Klaas Van der Meer,
Maatschappij- en Beleidsondersteuning



Libanon, Noord-Afrika en Oost-Europa

Klaas van der Meer vertelt over enkele internationale projecten: "In Libanon stelde het SCK•CEN een nationaal CBRN-responsplan op. Er zijn nu gedetailleerde standaard operationele procedures (SOP's) en een lijst van materiaal dat nodig is voor een eerstehulp-interventie. Op vraag van Libanese officieren deden we ook een verspreidingsberekening voor een mogelijk ongeval in de Israëlische Dimonah-reactor."

In Afrika deed het SCK•CEN soortgelijk werk voor de Marokkaanse Civiele Bescherming, maar vooral in Oost- en Centraal Afrika speelt het team een belangrijke educatieve rol: "Er is een groot gebrek aan kennis bij



Basis voor betere wetgeving

Daarnaast werkt het SCK•CEN samen met internationale partners in het kader van de CBRN Centres of Excellence om de buitengrenzen van Europa stabiel en minder kwetsbaar te maken voor CBRN-incidenten. Klaas van der Meer: "Veel landen staan op wetgevend vlak nog erg zwak als het om CBRN gaat. Wij geven aan hoe ze de wet kunnen aanpassen om oneigenlijk gebruik van CBRN-materialen tegen te gaan en crimineel en onverantwoordelijk gebruik van deze stoffen beter te vervolgen."

Op een meer praktisch niveau leiden de specialisten van het SCK•CEN medewerkers van eerstehulporganisaties op om beter, sneller en effectiever te kunnen reageren op CBRN-incidenten. "We leren mensen hoe ze zich moeten beschermen, hoe ze straling kunnen meten en wat de beste manieren zijn om te reageren bij een incident. Onze kennis is welkom, want vaak zijn er grote parallellen tussen de aanpak van nucleaire incidenten en die van bijvoorbeeld chemische incidenten."

"We leren mensen hoe ze zich moeten beschermen, hoe ze straling kunnen meten en wat de beste manieren zijn om te reageren bij een incident."

eerstehulporganisaties over hoe ze moeten reageren op chemische en radiologische incidenten. Ook de bevolking is vaak niet op de hoogte. Daarom organiseren we bewustmakingscampagnes rond chemische fabrieken, want mensen weten vaak niet dat vluchten niet altijd de aangewezen reactie is bij een CBRN-incident."

Het SCK•CEN leidt ook een groot project in de Balkan en het Zwarte Zeegebied. Matej Gedeon legt uit: "We helpen in verschillende landen de wetgeving en procedures te verbeteren. Ook zullen we oefeningen houden om multidisciplinaire teams te trainen. We hebben de nodige ervaring: in het kader van radiologische risico's organiseerden we in 2015 een veldoefening in Mol voor een twaalftal hulpverleners uit onder andere Slovenië, Roemenië en Estland. Tijdens zo'n training doen we simulaties en gaan we na hoe de teamleden bij een incident reageren, we laten ze apparatuur testen en tonen hoe ze het best kunnen communiceren. In landen uit Oost-Europa is er nu minder CBRN-terro-risme dan vroeger, maar men wordt er meer geconfronteerd met incidenten die te maken hebben met verouderde fabrieken of verlaten ziekenhuizen."

Werk voor de boeg

De Europese Commissie heeft voor de CBRN-projecten een planning uitgestippeld tot 2020. In de komende twee jaar geven onze specialisten nog heel wat opleidingen en organiseren ze concrete oefeningen: "Verschillende eerstehulporganisaties zullen uitgerust worden met modern hulpmateriaal. We hopen zo bij te dragen aan een veiligere CBRN-situatie in landen die de Europese Unie omringen."

Antwoord

op maatschappelijke uitdagingen buiten de nucleaire sector

Het SCK•CEN heeft internationale erkenning opgebouwd in stralings-bescherming, medische toepassingen, afval en berging, ontmanteling van installaties ... en dit alles met een unieke integratie van sociale en humane wetenschappen. We zetten onze expertise ook in voor maatschappelijke uitdagingen buiten het nucleaire: noodplanvoorbereiding en opleiding in het kader van CBRN-risico's, onderzoek naar veroudering van beton, projecten om verre reizen mogelijk te maken, studies rond geothermie ... We zijn actief op allerlei vlakken en stellen steeds het belang voor de samenleving centraal.

Hildegarde Vandenhove

Instituutsdirecteur Milieu, Gezondheid en Veiligheid



Geslaagde ontmanteling natriuminstallaties

Meer ruimte voor nieuwe toepassingen

Begin jaren 70 ontwierpen onderzoekers van het SCK•CEN een aantal experimentele kringen om het gedrag van natrium als koelmiddel voor snelle reactoren te testen. Na tien jaar werden deze installaties definitief stopgezet. Sindsdien bleven ze bewaard onder een inerte atmosfeer. Tot de eenheid Ontsmettings- en Reinigingsprocessen de opdracht kreeg om ze te ontmantelen. Het was een stap in het onbekende met een potentieel gevaarlijk chemisch element.

“ De grondige voorbereiding en intense samenwerking met diensten binnen en buiten het SCK•CEN hebben geleid tot een veilige en vlotte uitvoering volgens planning. ”



De sanering en ontmanteling van de hele infrastructuur gerelateerd aan de experimenten met natrium moest niet alleen ruimte creëren, ze zou ook een milieu- en veiligheidsrisico wegnemen dat gevormd werd door de aanwezigheid van 8 ton natrium op het domein van het SCK•CEN. De inventaris bevatte natrium maar ook NaK, een legering van natrium met kalium, die op kamertemperatuur vloeibaar is en een nog reactiever karakter dan natrium heeft.

Alle natriuminstallaties bevonden zich in het gebouw Technologie: losse objecten, kleine installaties, een pilootkring (ASL1) en een semi-industriële kringloop (Na-3), die na de operatietijd met niet-radioactief natrium of NaK 'gecontamineerd' waren. Als natrium in contact komt met water of vochtige lucht, kan dat tot explosiegevaarlijke situaties leiden. Daarom waren beide kringen onder argon-atmosfeer geplaatst, waardoor het natrium permanent van de lucht afgeschermd bleef. Ook tijdens de opruimings- en ontmantelingsoperaties werkte het team zoveel mogelijk onder inerte omstandigheden.

Op zoek naar kennis

Doordat het SCK·CEN de natrium-experimenten begin jaren 80 had stopgezet, misten de huidige project-medewerkers praktische kennis voor de ontmanteling, zowel over de installaties, als over het werken met natrium. Daarom volgden ze eerst een opleiding aan de Franse *École du sodium*. Ze konden ook een beroep doen op een gepensioneerde project-ingenieur die bij het ontwerp en de werking van de installatie betrokken was. Hij gaf toelichting bij de plannen en de logboeken.

Met behulp van onder meer videoscopie en radiografie slaagde het team erin om de staat, hoeveelheid en topografie van de natrium- en NaK-resten te omschrijven, met een meer gedetailleerde en correcte inventaris tot resultaat. Ze onderzochten ontmantelingstechnieken en reinigingsprocessen, rekening houdend met de eigenschappen van natrium en NaK. Uit onderzoek in een speciaal daartoe gebouwde pilootinstallatie kwamen WVN (water vapour nitrogen) en carbonatatie als de meest geschikte reinigingstechnieken naar voren. WVN is een gecontroleerde reactie van metallisch natrium met oververhitte stoom. Bij het carbonatatieproces wordt naast stoom ook koolstofdioxide in contact gebracht met het natrium. Dit proces is eenvoudiger te controleren, maar langzamer dan WVN, en kan, mede omdat het hogere temperaturen vereist, niet altijd toegepast worden.



Project in drie delen

Het eerste deel van het project bestond uit de ontmanteling, verpakking en afvoer van Na en NaK in losse objecten, kleine installaties en de pilootkring ASL1. Het ging om een zestigtal reservoirs en vul- en distillatie-installaties van in totaal 900 liter natrium en 100 liter NaK.

Daarna kwam de semi-industriële kringloop aan de beurt: een grote installatie van wel acht etages, inclusief vier kelderverdiepingen, met onder meer een vultank, een dumptank, leidingen, warmtewisselaars en ... meer dan 7000 liter natrium. Natrium smelt bij ongeveer 98 °C. Als testcase werd eerst de 500 liter natrium in de vultank opgesmolten: opgewarmd tot boven 120 °C om het in vloeibare vorm over te brengen in daartoe bestemde afvoervaten. Dan werd het resterende natrium in de horizontale leidingen van de Na-3-installatie opgesmolten en met een lichte gasdruk overgebracht in de dumptank, om tot slot de 7000 liter uit de dumptank naar afvoervaten te verwijderen.



Als laatste stap volgde de ontmanteling van de kring zelf, die was opgebouwd uit onder meer een pomp, een koude trap, een oven, twee warmtewisselaars, testsecties, leidingen, kraanwerk en de dumptank onderaan. Het team verwijderde de beschermende structuur rond de Na-3-kring om dan de onderdelen zelf systematisch te versnijden en met ondersteuning van de rolbrug te manipuleren. Een groot gedeelte van de kringloop werd na versnijding ter plaatse gereinigd en afgevoerd als metaalschroot.

De achtergebleven resten natrium op de wanden van de vultank en dumptank verwijderden de medewerkers op het einde van fases twee en drie door reiniging met het WVN-proces. Na een noodzakelijke extra manuele interventie werden beide tanks hierna gespoeld met water om ze uiteindelijk af te voeren als metaalschroot.

Het project liep over een periode van vijf jaar en werd afgerond in 2015. Voor de effectieve uitvoering deed het SCK·CEN een beroep op de diensten en expertise van het Franse bedrijf *Métaux Spéciaux* (MSSA), net als voor de afvoer en verdere verwerking van alle natrium en natrium gecontamineerde componenten. De grondige voorbereidingen en de intense samenwerking met verschillende diensten binnen en buiten het studiecentrum hebben geleid tot een veilige en vlotte uitvoering volgens planning. In het gebouw Technologie is daardoor ruimte vrijgemaakt voor nieuwe toepassingen.

Ervaring voor twee nieuwe projecten

Er staan minstens twee gerelateerde projecten op stapel waarbij de verworven ervaring van nut kan zijn. In het gebouw is nog een pilootinstallatie aanwezig om lithium, een ander alkalisch metaal, te testen als koelmiddel. Al is die 100 à 200 liter lithium ook niet radioactief besmet, toch is het de bedoeling deze installatie op korte termijn deskundig te ontmantelen. Daarnaast zijn er op de site van BR2 resten van experimenten met radioactief besmet natrium of NaK. Met een nieuwe behandelingscel is het mogelijk die resten veilig te verwijderen.

Wat is de houdbaarheidsdatum van beton en cement?

Materiaalonderzoek voor afvalberging en andere toepassingen



Wil je radioactief afval honderden tot duizenden jaren bergen, zijn beton en cement dan wel voldoende performant op lange termijn? Als constructie- en barrièrematerialen spelen ze een niet te onderschatten rol om het afval te isoleren van mens en omgeving. Maar hoe sterk slagen ze in hun opdracht? Dankzij twee doctoraatsonderzoeken heeft het SCK•CEN een aanzienlijke expertise over cementhoudende materialen verworven. Verschillende instanties doen nu al een beroep op die kennis.

Er zijn al veel studies uitgevoerd over de verwerking van cement en beton voor de bouwindustrie. Typisch is dat ze een periode van maximaal honderd jaar bestrijken, omdat het onderzoek zich uitsluitend richt op constructies zoals bruggen en gebouwen die slechts een beperkte tijd moeten meegaan. Daardoor

zijn zulke studies weinig relevant voor toepassing in de berging van radioactief afval. Inderdaad, zowel voor geologische berging van het midden- en hoogactief afval als voor de oppervlakteberging van het laagactief afval worden veel langere tijdsperiodes bekeken. Dan zijn andere zaken meer relevant zoals de evolutie van eigenschappen als diffusie, porositeit en permeabiliteit bij verwerking op zeer lange termijn. En wat is het gevolg daarvan op de veiligheid van de berging op een termijn van honderden tot duizenden jaren?

Onderzoek in samenwerking met universiteiten

Om die vraag te beantwoorden, startten de eenheden *Performantiestudies* en *O&O Berging* in 2011 een onderzoeksproject met als doel de belangrijkste processen te bestuderen die een effect hebben op de langetermijnduurzaamheid van cementhoudende materialen. Die hebben van nature een zeer hoge (alkaline) pH, maar door contact met de omgeving daalt de pH en veranderen de structuur en de samenstelling van het cementhoudende materiaal. De wetenschappers onderzochten in het bijzonder de eigenschappen die de waterstroming en de verspreiding van opgeloste stoffen, waaronder radionucliden, in de poreuze structuur regelen. Het project liep in samenwerking met twee onderzoeksgroepen die wereldfaam hebben op het vlak van betononderzoek: *Labo Magnel* van Universiteit Gent en *Microlab* van Technische Universiteit Delft.

“ Samenwerking met de universiteiten draagt bij tot een extra kwaliteitsgarantie van het onderzoek. ”

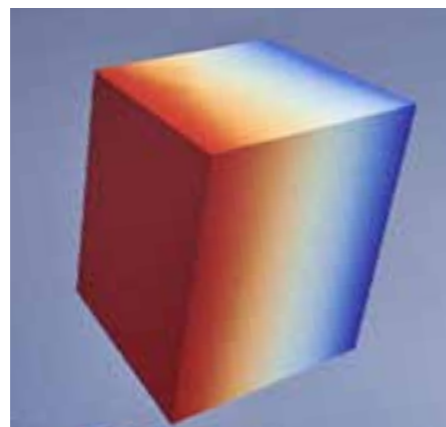
Vroeger hadden SCK•CEN-medewerkers al soortgelijke experimentele technieken ontwikkeld voor de studie van klei, nu kregen twee doctoraatsstudenten de kans om beton onder de loep te nemen. Phung Quoc Tri paste onder meer versnelde verweringsprocessen toe om op een korte tijd de langetermijnverwerking te simuleren en het effect daarvan op de eigenschappen te meten. Ravi Patel ontwikkelde een numeriek model om deze processen te modelleren op microschaal. De samenwerking met de universiteiten droeg bij tot een extra kwaliteitsgarantie van het gevoerde onderzoek.



Effect van verweringsprocessen

Het eerste experimentele onderzoek peilde naar de invloed van verweringsprocessen op de microstructuur van beton: wat zijn de effecten op de waterdoorlaatbaarheid en de diffusieve transporteigenschappen? Doctoraatsstudent Phung Quoc Tri ontwikkelde en verfijnde diverse vernieuwende experimentele technieken op het vlak van versnelde verwerking, waterdoorlaatbaarheid en diffusie van opgeloste gassen.

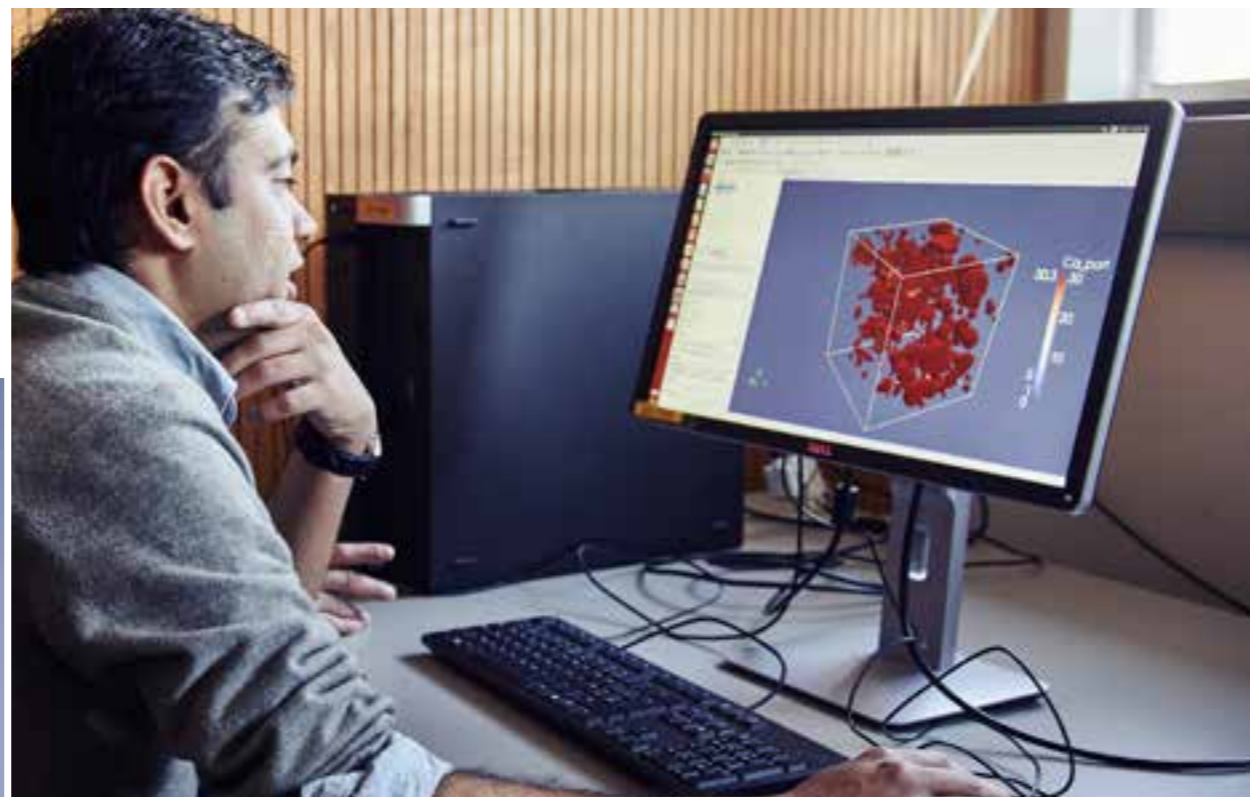
Met zijn experimenteel onderzoek is hij erin geslaagd te beschrijven hoe cementhoudende materialen verwerken onder invloed van carbonatatie (omvorming van cementmineralen naar calciet) en decalcificatie (uitloging van calcium), allebei relevante verweringsprocessen voor afvalbergingscondities. Hij ging ook na hoe de verwerking van de materialen te linken is aan hun transporteigenschappen, wat onder meer van belang is voor het transport van radionucliden.



Model voor lange termijn

De tweede onderzoeker, Ravi Patel, slaagde erin een model te ontwikkelen dat de transporteigenschappen van cementmaterialen kan bepalen op basis van informatie over de microstructuur. Hij stond voor de uitdaging om wiskundige modellen te ontwikkelen die op microschaal de verweringsprocessen en hun effecten op de transporteigenschappen weergeven. Het uiteindelijke doel van zijn onderzoek was om het langetermijngedrag van de materialen te voorspellen. Hij voegde een aantal nieuwe elementen toe aan het zogenoemde lattice Boltzmann formalisme, een manier om transportprocessen in een microstructuur te simuleren. De belangrijkste vernieuwing is de mogelijkheid om het transportmodel te koppelen aan een geochemisch model.

Concreet verloopt een simulatie als volgt: startend van informatie over de microstructuur van cementhoudende materialen (poriëngrootte, connectiviteit tussen poriën, verdeling van de cementmineralen) simuleren de onderzoekers transporteigenschappen. Wanneer dit transportmodel wordt gekoppeld aan een geochemisch model dat de verwerking simuleert, kan de evolutie van de microstructuur, van de chemie en van de transporteigenschappen berekend worden, ook voor zeer lange termijnen. De uitkomst van de simulaties kan worden getoetst aan de experimentele observaties.



Contracten als resultaat

Het succes van beide doctoraatsstudies heeft geleid tot contracten voor onderzoek en ontwikkeling met onder meer de Europese Commissie, de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) en ENGIE.

Het SCK•CEN zal voor de Europese Commissie en NIRAS onderzoeken wat de effecten zijn op de transporteigenschappen van Boomse Klei en beton als beide met elkaar in contact zijn. Componenten uit de Boomse Klei veroorzaken verwerking van het beton, en componenten die vrijkomen uit het beton zorgen dan weer voor chemische veranderingen in de Boomse Klei.

Voor ENGIE willen de onderzoekers te weten komen hoe microbreuken de carbonatatie versnellen, en hoe carbonatatie op zijn beurt de microstructuur en de transporteigenschappen van breuken verandert.

Nieuwe doctoraatsprojecten

De twee onderzoeken krijgen een verlengstuk in een studie naar het effect van aggregaten op de verwerking van cementhoudende materialen. Verder zullen de experts via visualisatietechnieken zoals X-stralen-tomografie onderzoeken hoe gastransport werkt in deze materialen. Er komt ook een experimentele studie van de interactie tussen cementconstituenten en het nucleaire afval. De nadruk daarin zal liggen op de neerslag van expansieve mineralen en het effect op transport- en mechanische eigenschappen.

Voor zowel het project van ENGIE als de studie naar het effect van aggregaten breidt het SCK•CEN zijn experimentele opstellingen en modellen verder uit.

SCK•CEN legt missing link tussen experiment en theorie

Splijstoflabo voor geavanceerd experimenteel onderzoek

De voorbije kwarteeuw was het splijstof-onderzoek bij het SCK•CEN voornamelijk gericht op in-reactorgedrag en minder op front-end research. Daar kwam recent verandering in dankzij een gloednieuw splijstoflaboratorium. In de loop van 2015 kreeg het labo zijn finale vergunning om met alle vormen van uranium en thorium te werken – in oplossing, als poeder en in vaste toestand. De experimenten zijn uiterst complementair aan het onderzoek in de BR2-reactor.

Sinds zijn oprichting heeft het SCK•CEN zowel toegepast als fundamenteel onderzoek verricht naar splijstof voor kernreactoren. Tot 25 jaar geleden vond er uitgebreid splijstofonderzoek plaats. Toen die activiteit een industrieel niveau bereikte, werd ze volledig in handen gegeven van Belgonucleaire.

Een plaats voor vastestofexperimenten

De voorbije jaren werd vooral geïnvesteerd in nabestralingsonderzoek van nieuwe splijststoffen in BR2 en boekte het studiecentrum vooruitgang

in theoretisch onderzoek voor huidige en toekomstige splijststoffen. In het totaalplaatje ontbrak de mogelijkheid om zelf vastestofexperimenten te doen. Dankzij financiering door de nucleaire industrie en vanuit Europese hoek ontstond de mogelijkheid eindelijk een nieuw vastestoflaboratorium op te richten voor geavanceerd experimenteel onderzoek.

In dit nieuwe laboratorium doet een team van experts zowel fundamenteel als toegepast onderzoek. Door hun werk is het SCK•CEN in staat de brug te slaan tussen theoretisch onderzoek en de praktische uitwerking ervan. Het is nu mogelijk om in het labo op kleine schaal gedetailleerd onderzoek met splijststoffen uit te voeren.

“ Het onderzoek wordt sneller, grondiger en vollediger dankzij nauwe samenwerking tussen theorie, experiment en industriële en maatschappelijke vraagstelling. ”

38



39



Wat doet het?

In een splijtstoflaboratorium worden experimenten uitgevoerd die leiden naar zowel in-reactorexperimenten als onderzoek dat daar complementair aan is. Een voorbeeld van dat laatste is de research naar het oxidatiegedrag van uranium. De gedragsgegevens die het laboratoriumonderzoek oplevert, worden daarna in theoretische modellen afgetoetst tegen veel verschillende extreme omstandigheden. Als zo'n model in staat is om te voorspellen wat zich voordoet in normale én uitzonderlijke omstandigheden, dan vult het op een belangrijke manier het reactoronderzoek aan.

Dit fundamenteel experimenteel onderzoek probeert verklaringen te geven voor eigenschappen van uranium- en thoriumverbindingen die van toepassing zijn in alle fasen van de splijtstofcyclus: de aanmaak, het in-reactorgedrag en de verbruikte splijtstof.

In het verleden werd vaak zeer waardevol empirisch onderzoek gedaan, maar er ging soms te weinig aandacht naar onderliggende mechanismen. Daardoor werkten de onderzoekers voort op een onderzoekspad dat achteraf niet succesvol bleek te zijn. Ook de link tussen experimenteel en theoretisch onderzoek ontbrak vaak. Het nieuwe laboratorium vult deze leemte op: door nauwe samenwerking tussen theorie, experiment en industriële en maatschappelijke vraagstelling kan er veel korter op de bal gespeeld worden. Het onderzoek wordt sneller, grondiger en vollediger.

De bouw van het nieuwe laboratorium startte in 2010 dankzij een co-investering van de nucleaire industrie door AREVA. Het zevende Europese kaderprogramma MAXSIMA van 2013 en eigen middelen maakten de financiering rond. Ondertussen bouwde de expertisegroep *Splijtstofmaterialen* de infrastructuur stap voor stap uit in nauwe samenwerking met de dienst *Fysische Controle*. De finale vergunning volgde in 2015; het splijtstoflabo mag nu werken met uranium en thorium in oplossing, als poeder en in vaste toestand.

Veelbelovend

De eerste resultaten zijn veelbelovend: in 2015 werd in het kader van twee doctoraatsonderzoeken de roosterconstante van uraniumdioxide tienmaal nauwkeuriger bepaald dan wat voordien mogelijk was. Ook zijn nieuwe fasen ontdekt in thorium-gadoliniumoxideverbindingen.

Verder werden er modelverbindingen aangemaakt die verbruikte splijtstoffen simuleren zoals ze zich over enkele honderdduizenden jaren zullen gedragen. Deze modelverbindingen zullen dienst doen in studies die de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) nodig heeft om de veiligheid van bergingsopties voor verbruikte splijtstoffen te onderzoeken.

In 2016 zullen de labo-experts splijtstofstiften fabriceren om veiligheidsstudies uit te voeren voor de MYRRHA-reactor. Deze studies lopen in een Europees samenwerkingsverband (MAXSIMA). Het project heeft als doel de interactie tussen splijtstof en huls in detail te onderzoeken.

Volgeboekt

Het SCK·CEN doet alleen nog voor erg specifiek splijtstofonderzoek een beroep op andere laboratoria. Bovendien zijn zowel bedrijven als onderzoeksinstellingen sterk geïnteresseerd in het nieuwe splijtstoflaboratorium: de agenda voor 2016 zit volledig vol en ook 2017 is al flink geboekt door externe partners. Het studiecentrum werkt nauw met hen samen om gefundeerde wetenschappelijke feedback te geven over de praktische toepasbaarheid van uitgevoerd onderzoek.

Een van de actuele onderzoeksonderwerpen is de vraag naar splijtstoffen die minder afval produceren en op thorium gebaseerd zijn. Het SCK·CEN verricht al lang onderzoek naar het in-reactorgedrag van thoriumgebaseerde splijtstoffen, maar een van de grote vraagstukken blijft de moeilijke aanmaak van deze kernsplijtstof. Samen met industriële partners loopt zowel een masterthesis als een doctoraatsthesis die proberen een doorbraak op dit vlak te realiseren. Meteen draagt het nieuwe splijtstoflaboratorium bij tot de ambitie van het SCK·CEN om een vooraanstaande rol te blijven spelen in de wereld van de nucleaire wetenschap.





**Ontwikkelen
en innoveren**



“BR2 krijgt opknapbeurt van zestien maanden”

Essentieel voor ondersteuning volksgezondheid en onderzoek naar veiligheid

In februari 2015 legde het SCK•CEN zijn onderzoeksreactor BR2 stil voor een ‘refurbishment’ van zestien maanden. Alles moet klaar zijn in juli 2016 om vooral opnieuw isotopen te produceren voor de medische wereld. Het belangrijkste deel van de opknapbeurt is de vervanging van de matrix, de binnenstructuur van de reactorkuip – niet evident door de complexe opbouw. Steven Van Dyck, reactormanager van BR2, en Paul Leysen, hoofd van de groep Ontwerp Nucleaire Systemen, geven inzicht in het verloop van de werkzaamheden.

Paul Leysen, Ontwerp Nucleaire Systemen
Steven Van Dyck, BR2

Voor de refurbishment van BR2 is een strikte planning opgesteld. In juli 2016 moet de reactor weer functioneren. Waarom houden jullie de planning zo nauwlettend in de gaten?

Steven Van Dyck: Intern komen zowat alle diensten van het SCK•CEN direct of indirect in aanraking met de opknapbeurt. Extern is BR2 op wereldvlak dé noodzakelijke leverancier van radio-isotopen. Geen grootspraak! Er zijn wereldwijd maar een zestal reactoren die isotopen fabriceren. Veel landen zijn alleen op invoer aangewezen. Eind 2015 stopte de Franse reactor Osiris, die goed was voor 20 procent van de mondiale productie van isotopen, en eind 2016 zal er ook geen routineproductie meer plaatsvinden in de Canadese NRU-reactor. Een vervanger voor beide komt er niet meteen.

Paul Leysen: De afnemers zijn een beperkt aantal medische bedrijven die de isotopen verwerken tot radiofarmacologische producten voor ziekenhuizen. De bevoorrading van die bedrijven is essentieel voor de ondersteuning van de volksgezondheid en de medische sector. Als BR2 in juli 2016 opnieuw opstart, zal die sector een zucht van opluchting slaken.

Hoe hebben jullie alle noodzakelijke werkzaamheden concreet uitgestippeld?

Steven Van Dyck: Al enkele jaren vooraf hebben we een planning per week vastgelegd. Kritisch is vooral het werk in en vlak bij de reactor: de vervanging van de matrix, de inspectie van de reactorkuip en de verwijdering van de neutronenbuizen. Dat is nu achter de rug. In het voorjaar van 2016 laden we de nieuwe matrixkanalen en bouwen we de reactor stap voor stap weer op. Maandelijks rapporteren we aan de veiligheidsautoriteiten



– het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) en zijn technisch filiaal Bel V – en we houden opvolgvergaderingen met hun inspecteurs. We communiceren transparant over alle veranderingen en modernisering die we doorvoeren ter controle. Zo voorkomen we ook dat we op het einde van de rit nog een massa goedkeuringen zouden moeten krijgen. Nu laten we elke fase goedkeuren.

In de reactor zijn dus neutronenbuizen verwijderd. Wat was het nut daarvan?

Paul Leysen: Om bepaalde proeven te kunnen doen, zijn er in het verleden neutronenbuizen geplaatst naast de reactorkern: holle kokers waardoor neutronen vanuit de reactorkern naar experimenten buiten het reactordok

geleid werden. De tien neutronenbuizen hebben we nu verwijderd omdat er geen bestralingsprogramma's meer voor zijn. Een Frans bedrijf heeft een ontwerp gemaakt om ze machinaal geautomatiseerd af te snijden van op afstand, want de reactorkuip is radioactief. De machine kon vanuit haar eigen positie zichzelf corrigeren om de neutronenbuizen uit te frezen en af te vlakken. Voor het verwijderen hadden we op oktober en november gerekend, maar we waren dankzij de goede voorbereiding in twee weken klaar; ook omdat het stralingsniveau in de praktijk vele malen lager was dan waarmee we in de voorbereiding rekening gehouden hadden.

Bepaalde onderdelen zijn verwijderd, maar er zijn vooral heel wat componenten vernieuwd in en rond de reactor.

Steven Van Dyck: Inderdaad, in het primaire circuit hebben we een van de vier grote pompen gereviseerd. Het water in dit circuit stroomt door de reactor en zorgt voor de koeling van de nucleaire brandstof. Een goede werking van de pompen is dus essentieel. Daarom hebben we ook een reservepomp aangekocht om in te zetten als een van de andere pompen in de toekomst een afwijking zou vertonen. Zo verzekeren we de beschikbaarheid van de pompen voor de koeling van de reactor kern op lange termijn. Aan het secundaire circuit zijn de grote leidingen vervangen die onder de straat doorlopen tot aan de koeltorens. De afvoer van het reactordok, dat in normale omstandigheden gevuld is met water, werd gemoderniseerd. En er gebeurden heel wat updates aan elektriciteit, instrumentatie en het nucleaire ventilatiesysteem.

Paul Leysen: We hebben alle ondergrondse leidingen vervangen. De meeste waren meer dan vijftig jaar in dienst. De structuur van de koeltorens is bouwkundig opgeknapt en alle mechanische componenten zijn vernieuwd. Alle ondergrondse kabels, verdeelborden, transformatoren en het elektrisch voedingsnet zijn gecontroleerd en we moderniseren ze waar nodig. Vaak gaat het om preventieve vervangingen, maar daardoor zijn de installaties ook betrouwbaarder en beter onderhoudbaar met de huidige technieken. Heel wat interne medewerkers en externe partners waren actief op verschillende werven.

Door zijn complexe structuur was het vervangen van de matrix dé uitdaging van deze operatie. Ook klopten de berekeningen van de matrix in de vorige twee refurbishments niet helemaal. Hoe kwam dat?

Paul Leysen: BR2 is zestig jaar oud. Vroeger stonden de tekeningen op papier, gebeurden alle berekeningen manueel en werden de maten manueel op de tekeningen overgebracht. Bovendien wisten we niet of wat in de reactor zat, exact overeenkwam met de rapporten en de tekeningen. Daarom zijn we in 2012 van een wit blad vertrokken aan de hand van de meest algemene wiskundige formule van de hyperbolöide. Nu moet je weten dat tekenaars vroeger soms een menselijke vergissing begingen; na de berekening zetten ze een fout resultaat op de tekening. In computer aided design (CAD) is een 'overschrijffout' niet mogelijk, want de gegevens komen rechtstreeks uit het rekenmodel. Als je alles exact maakt zoals je het hebt ontworpen en je in het ontwerp rekening houdt met de toleranties, dan moet het passen. We hebben een aantal tekeningen uit het verleden geverifieerd met het CAD-model. Alles klopte en de rekenfouten uit de oude tekeningen hebben we opgelost.



“ De plaatsing van het laatste kanaal was spannend, maar het paste! ”

Het SCK-CEN moest voor de productie van de nieuwe matrix beroep doen op externe partners. Hoe hebben jullie dat aangepakt?

Paul Leysen: We hebben eerst een kort lastenboek opgesteld en zijn dan de geïnteresseerde bedrijven gaan bezoeken om te zien of ze wel in staat waren de matrix te maken. We hebben drie kandidaten geselecteerd voor de stalen onderdelen en één Amerikaans bedrijf voor het beryllium. De contracten zijn gegund midden 2013 en de productie nam ongeveer anderhalf jaar in beslag.

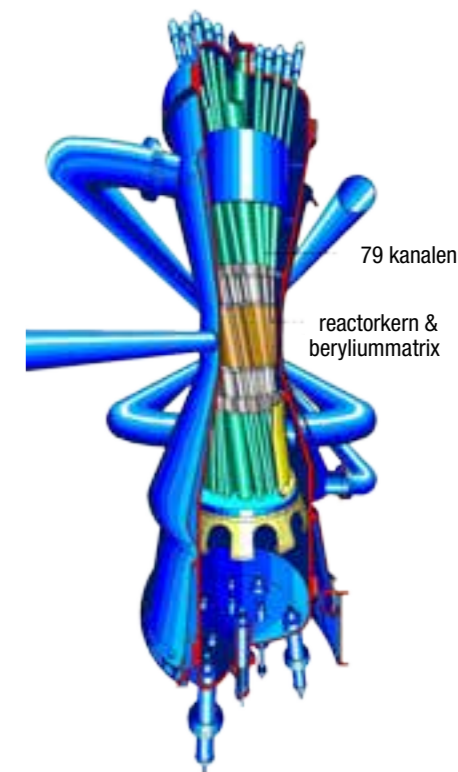
Steven Van Dyck: Dat lijkt lang maar de productie is echt enorm complex. We hebben het productieproces strikt opgevolgd om samen met de producenten alle problemen te overwinnen. De onderdelen, allemaal aparte stukken, zijn in 2015 in Mol geleverd. Alle kanalen werden hier geassembleerd en in een proefkuip geplaatst.

Maar dat verliep niet in een-twee-drie?

Paul Leysen: Nee, maar het ging veel vlotter dan verwacht. We hebben eerst een picking list gemaakt per kanaal en grondig gecontroleerd. Elk kanaal bestaat uit vijf grote en twintig à dertig kleine stukken en het is essentieel dat elk onderdeel eenduidig gekend is. Daarna startte de assemblage. Er zijn drie kanaalgroottes: de kleine kanalen hebben een interne diameter van 50 mm, de middelste van 80 mm en de grootste van 200 mm. Die laatste maken BR2 uniek; de enige proefreactor in de wereld waar je zulke grote testopstellingen in kunt plaatsen. En wij hebben vijf van die grote kanalen!

DE BR2-MATRIX

Het centrale gedeelte van de BR2-reactor bestaat uit een berylliummatrix, samengesteld uit zeshoekige kanalen met daarin splijtstofelementen, controle- en regelstaven en bestralingsdispositieven. Deze matrix vormt het hart van de reactor. Hoewel het vermogen en het volume (ongeveer 1 m³) van de kern 30 maal kleiner zijn, produceert BR2 een neutronendichtheid die 500 maal hoger ligt dan bij een vermogenreactor.





VEREENDE KRACHTEN

Hoewel op het eerste gezicht bijna alle werkzaamheden van de refurbishment zich op het terrein van BR2 afspelen – letterlijk en figuurlijk – is het écht een gezamenlijk project van heel het SCK•CEN. Van planning, ontwerp en technische uitwerking tot administratie en aankoop, een veelheid aan diensten en mensen binnen en buiten het SCK•CEN zetten hun schouders onder dit project dat de nabije toekomst van ons onderzoekscentrum mee vorm geeft.

Steven Van Dyck: We hadden de assemblage van de kanalen voorzien in 2015, van eind januari tot november, maar we waren in augustus al volledig klaar. Voor de assemblage van de kleine en de middelste kanalen hadden we één per dag berekend, voor de grote één per week. We overlegden elke maandag met reactor- en projectmanagers, designers, mechanici, reactoroperators, industriële-veiligheidsspecialisten en fysieke controleurs en inspecteurs. Elke non-conformiteit werd gerapporteerd. Zodra alle kanalen klaar waren, kwam Bel V om het resultaat te inspecteren en de conformiteit met de specificaties te valideren.

Paul Leysen: Dan naderde het moment om alles in een proefkuip te monteren, een natuurgetrouw model van de reactorkuip. Als het hier past, moet het in de echte reactorkuip ook passen. Uiteindelijk hebben we alle kanalen kunnen installeren, zonder fout. Dat is indrukwekkend als je weet dat

de toleranties maar tienden van een millimeter bedragen. De plaatsing van het laatste kanaal was spannend, maar het paste!

Ondertussen zijn er verlengstukken ontwikkeld om de kanalen in de reactor te bevestigen. Voor die installatie zijn in 2016 twee maanden uitgetrokken, maar het zal misschien wel sneller gaan, want voor de testopstelling hadden we maar twee weken nodig. Bovendien zijn de sequenties gerepeteerd en hebben we van alle bewegingen video-opnames gemaakt. Die zullen later nog hun nut bewijzen.

Wanneer is BR2 opnieuw bedrijfsklaar?

Steven Van Dyck: In het voorjaar doen we metingen en gaat het deksel op de reactor. Daarna testen we alles in koude en warme omstandigheden om te zien of alle systemen in orde zijn. Dan vragen we het FANC de toestemming om nucleaire brandstof te laden en starten we vanaf nul vermogen opnieuw op naar een kritische werking. Tot slot laden we alle experimenten en bestralinginstallaties. In de tweede of derde week van juli 2016 moeten we klaar zijn voor de eerste operatiecyclus.

De vergunning van BR2 wordt elke tien jaar herzien. Als de reactor in 2016 weer opstart, is 2026 dan de einddatum?

Steven Van Dyck: Wettelijk gezien is er geen einddatum. De komende periode van tien jaar hoeft dus niet de laatste te zijn. We kijken daarom nu naar welke componenten modernisering of onderhoud nodig hebben. Vaak kiezen we voor nieuwe componenten die een levensduur van langer dan tien jaar hebben. Bovendien is de strategie van het SCK•CEN erop gericht om permanent een grote bestralingsinstallatie ter beschikking te hebben.

Paul Leysen: Het dossier van de reactorkuipen van Doel 3 en Tihange 2 heeft aangetoond dat BR2 een belangrijke meerwaarde heeft, niet alleen voor ons onderzoekscentrum, maar voor het hele land. Zonder BR2 was het niet mogelijk om aan te tonen dat de impact van de vastgestelde haarscheurtjes zodanig klein is dat een verdere uitbating van de centrales te verantwoorden is (zie pagina 54).

Steven Van Dyck: Daarom kijken we al naar de periode tussen 2026 en 2036. Ook voor onderdelen die we nu niet vervangen – bijvoorbeeld het reactorvat – hebben we al een actie lopen om een evaluatie van de huidige en toekomstige situatie te doen. Het is zeker de bedoeling om dat programma verder te zetten tot 2036.

Vernieuwen

tot in de kern

Bij het SCK•CEN krijgt sleet geen vat op nucleaire kennis en technologie. De derde vernieuwing in zijn vijftigjarige bestaan houdt reactor BR2 in topconditie. Dertig jaar na de eerste productie van radio-isotopen in BR2 worden deze stoffen nu succesvol ingezet als uiterst doeltreffende kankerbestrijders. En ook dertig jaar na de uitvinding van MOX-brandstof wendde we deze technologie nu aan om thorium gebaseerde splijtstoffen te ontwikkelen die minder afval produceren. Blijven vernieuwen, dat is onze missie.

Leo Sannen

Instituutsdirecteur Nucleaire Materiaalwetenschappen



Goodbye CALLISTO, hello ReCall

Nieuwe flexibele opstelling voor BR2

De refurbishment van BR2 biedt het SCK•CEN de ideale gelegenheid om ook de bestralingsopstellingen in de reactor onder de loep te nemen. Zo leverde CALLISTO bijvoorbeeld meer dan twintig jaar geweldige resultaten in brandstof- en materiaalonderzoek. Bij nader inzien bleek dat dit concept niet flexibel genoeg was voor modern gebruik. Daarom besloot het SCK•CEN de materiaal- en brandstofexperimenten los te koppelen. Een van de eerste nieuwe installaties is ReCall, ontwikkeld voor de bestraling van reactorkuipmateriaal.

Elke nieuwe opstelling zal een deel doen van wat CALLISTO aankon. Met ReCall zullen de onderzoekers nog steeds in staat zijn om kerfslagproeven (Charpy-monsters) van reactormaterialen te bestralen voor breuktaaiheidstests onder de omstandigheden van een drukwaterreactor, maar in een kleinere hoeveelheid. Het grote voordeel is de flexibiliteit van de installatie.

kleinere behuizing voor de monsters tot gevolg. De hoeveelheid standaard kerfslagproeven werd verlaagd van 100 naar 20. Het was voor de ontwerpers van ReCall een echte uitdaging om een haalbare lay-out uit te dokteren voor zo'n beperkte ruimte die zich onder hoge druk bevindt.

Concreet: soortgelijke bestralingen als voor het onderzoek in het kader van de reactoren Doel 3 en Tihange 2 zullen perfect kunnen in ReCall (zie pagina 58). Het enige verschil is dat in ReCall minder monsters tegelijkertijd bestraald kunnen worden.

Verplaatsbare installatie

CALLISTO was een opstelling die zich permanent in de BR2-reactor bevond. Het SCK•CEN wil voortaan meer flexibiliteit inbouwen. Daarom wordt ReCall, letterlijk *Replacement of CALLISTO*, een verplaatsbare installatie waarmee het nog steeds mogelijk is een constante temperatuur van ongeveer 300 °C te handhaven.

De opwarming vindt plaats binnen de mantelbuis in een bestralingskanaal, zelfs als de reactor buiten bedrijf is. Daarom zal ReCall zowel verwarmingselementen als thermische isolatie bevatten, met een

“ *Bestralingen als voor het onderzoek in het kader van Doel 3 en Tihange 2 kunnen we perfect uitvoeren in ReCall.* ”



Assembleren en testen

De ontwerpers gaan niet over één nacht ijs. Het concept is gevalideerd door de veiligheidscommissie en nu volgt een gedetailleerde ontwikkelingsfase. Accurate modellen voor de werkelijke geometrie moeten worden ontwikkeld om te controleren hoe de opstelling reageert in alle mogelijke operationele omstandigheden.

Zodra de ontwikkelaars ervan overtuigd zijn dat alle kenmerken van het ReCall-ontwerp een veilige werking kunnen garanderen, start de fabricage. Na de levering van de bestelde onderdelen volgt een eerste proefassemblage buiten de reactor met een grondige testfase. Die zal bestaan uit de verificatie van de afmetingen, druk- en lektesten en onderzoek naar eventuele operationele transiënten in een testloop buiten de reactor. Zijn alle tests bevredigend, dan dient het SCK•CEN een constructiedossier in bij het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) om een bestralingslicentie aan te vragen.

Ingebruikname eind 2016

Zodra het FANC de licentie verleent, draagt het ontwerpteam ReCall over aan de medewerkers van BR2. Zij zullen ReCall weer assembleren, installeren in de reactor en opnieuw testen voordat BR2 start. De definitieve ingebruikname is gepland voor eind 2016.

Integriteit kuipwanden Doel 3 en Tihange 2 diepgaand onderzocht

Unieke expertise om materiaalgedrag te bepalen

De haarscheurtjes in de kuipwand van de kernreactoren Doel 3 en Tihange 2 kwamen de voorbije jaren geregeld in het nieuws. De uitbater deed een beroep op de expertise van het SCK•CEN om de ernst van de situatie in te schatten. In 2015 hebben onze onderzoekers meerdere bestralingen en honderden proeven en evaluaties uitgevoerd om het materiaalgedrag betrouwbaar te beoordelen.

In 2012 werd tijdens een geplande inspectie in reactor Doel 3 gezocht naar zogenaamde 'underclad defects'. Deze defecten zijn scheurtjes tussen de binnenbekleding van de reactorkuip en het kuipstaal van de buitenwand. Er werden geen scheurtjes vastgesteld in de richting van de wanddikte. De inspectie bracht wel een groot aantal quasi-laminaire foutindicaties, zogenoemde waterstofvlokken, aan het licht in de onderste en bovenste kuipring van het reactordrukvat van Doel 3.

Ondertussen werd ook het reactordrukvat van Tihange 2 onderzocht, omdat dit sterk lijkt op dat van Doel 3 en vervaardigd is rond dezelfde tijd door dezelfde fabrikant. Ook daar vond men dezelfde indicaties: waterstofvlokken die gevormd waren in een vroeg stadium bij de productie van de stalen stukken. Bij het afkoelen en uitharden van het gesmolten staal was er te veel waterstof aanwezig en was



Vraag naar duidelijkheid

De uitbater van Doel 3 en Tihange 2 nam logischerwijze het besluit om de reactoren niet op te starten voor er meer duidelijkheid was rond de huidige en toekomstige integriteit van de structuur van de reactorvaten. Dit alles stond onder het toezicht van het Federale Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC).

Om het gedrag van waterstofvlokhoudend materiaal te onderzoeken werden surrogaatmaterialen gebruikt die hetzelfde type waterstofvlokken als Doel 3 en Tihange 2 bevatten. Het eerste surrogaatsmeedstuk met vlokken werd geleverd door AREVA en droeg de naam VB-395. Het SCK•CEN voerde meer dan 500 tests uit op verschillende niet-bestraalde materialen, met focus op het effect van de macro-segregatie en van waterstofvlokken op de materiaalweerstand. Rekening houdend met de kennis van de invloed van bestraling op materialen, werd geen verregaande impact op de mechanische eigenschappen van de kuipen vastgesteld. Een extra veiligheidsmarge werd aangewend. Daarna werd het door de uitbater ingediende veiligheidsdossier grondig geanalyseerd en geëvalueerd door panels van internationale experts en veiligheidsautoriteiten. Na iteratie gaf het FANC in mei 2013 de toestemming om de twee reactoren gedurende één cyclus van ongeveer één jaar te laten draaien, bovendien op voorwaarde dat de resultaten effectief geverifieerd werden op bestraald materiaal.

Onverwachte resultaten

Het SCK•CEN kreeg daarom de opdracht om met bestralingscampagnes in onderzoeksreactor BR2 verder onderzoek uit te voeren en om de resultaten van de bijhorende tests diepgaand te analyseren. Het doel was om het reële effect van bestraling op de macro-segregatie en op de waterstofvlokken experimenteel te bestuderen en zich niet enkel te baseren op andere ervaringen.

de temperatuur niet lang genoeg op een bepaald niveau gehouden om de waterstof te verwijderen. Dat leidde tot de vorming van de waterstofvlokken in het staal, een bekend fenomeen in de staalindustrie dat zich voordoet in gebieden van macro-segregatie.

In vaktermen betekent macro-segregatie dat bepaalde delen van een materiaal een geconcentreerde hoeveelheid onzuiverheden en legeringselementen bevatten. Bij de fabricage van het reactorvat werden die onzuiverheden platgedrukt. Als er te veel waterstof aanwezig is bij afkoeling vormt de waterstof een film die leidt tot haarscheurtjes met een gemiddelde lengte van 12 tot 16 mm en de dikte van een sigarettenblaadje. Ze hebben een laminaire oriëntatie: ze lopen evenwijdig met de kromming van de wand van het reactorvat.

De onderzoekers stonden te kijken van de resultaten na bestraling van het VB-395-materiaal: de verbrossing was veel groter dan verwacht. Die vaststelling werd gemeld aan de uitbater. Deze legde Doel 3 en Tihange 2 opnieuw stil uit veiligheidsoverwegingen en zette nog meer intensieve bestralings- en testprogramma's op om deze anomalie te begrijpen.

Eigenschappen beschrijven en vergelijken

Was de extra niet-verwachte verbrossing eigen aan het materiaal VB-395 of niet? Om dat te weten te komen, kon het SCK·CEN ondertussen verschillende kuipmaterialen en een gelijkaardig materiaal met vlokken onderzoeken. Dit stuk, met de naam KS-02, werd geleverd door MPA uit Duitsland. De kenmerken van VB-395, KS-02 en andere materialen werden uitgebreid gekarakteriseerd, in zowel niet-bestraalde als bestraalde

omstandigheden. Het doel was nu om specifieke gegevens van de evolutie van de eigenschappen van alle materialen in kaart te brengen en te vergelijken.

In reactor BR2 werden de materialen bestraald tot verschillende fluenties – van laag naar hoog – om te onderzoeken of de waterstofvlokken een invloed konden hebben op de verbrossing en om de systematiek van de degradatie vast te leggen. Daarvoor gebeurden er niet minder dan 1000 mechanische proeven – waaronder meer dan 500 op bestraalde materialen – voor de integriteitsstudie van het reactorvat. Speciaal gemaakte monsters met een inkeping of scheur in een specifiek macro-gesegregeerd

gebied werden getest om de lokale breukhardheid juist in de buurt van een waterstofvlok te bepalen. Bovendien werden grote monsters met een groot aantal waterstofvlokken met goed gevolg getest om de conservatieve benadering van de voorgaande testen en integriteitsberekeningen na te trekken.

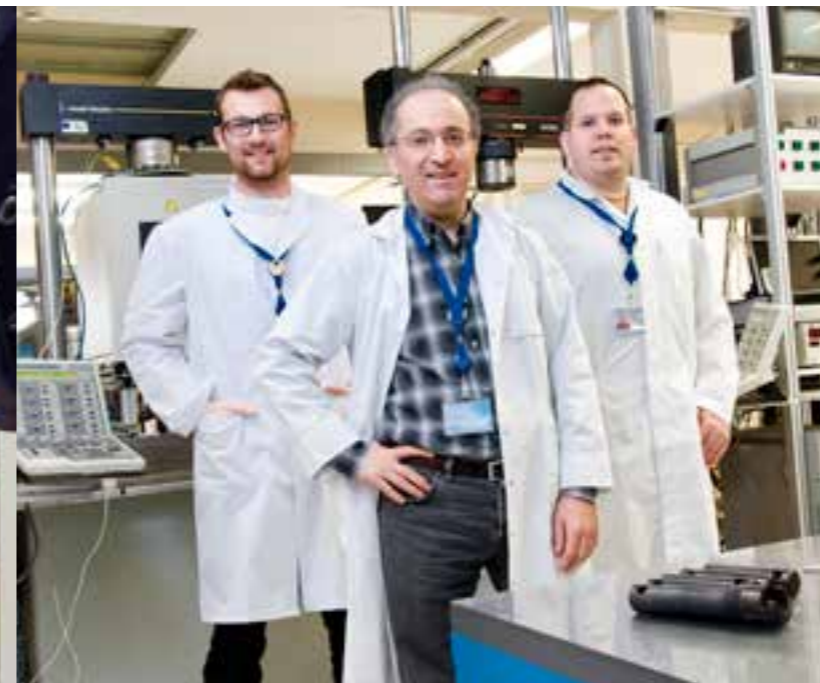
Finaal werden vier bestralingscampagnes in BR2 uitgevoerd om de bestralingseffecten op een verscheidenheid van monsters en materialen te onderzoeken. Uit het totaalonderzoek kwam duidelijk naar voren dat de verbrossing in VB-395 een specifieke afwijking was eigen aan het VB-395-materiaal en niet voorkwam in vlokkenmateriaal KS-02 en ook niet in Doel 3 en Tihange 2.

Om tot een sterk betrouwbaar veiligheidsdossier te komen, pasten de onderzoekers een zeer conservatieve aanpak toe voor de berekening van de integriteit. Ook de waterstofproductie en eventuele diffusie en retentie in het reactordrukvat werden bestudeerd.

Interpretatie van de resultaten

Het SCK·CEN heeft uiterst moderne gevalideerde proeven en doorgedreven evaluatieprocedures toegepast om het materiaalgedrag onder bestraling exact en betrouwbaar te bepalen. De resultaten werden onderzocht met behulp van up-to-date interpretatie-tools en verder geanalyseerd om de structurele integriteitsberekeningen van het reactorvat te ondersteunen. De testresultaten en hun analyse werden door de uitbater en SCK·CEN-experten gepresenteerd aan het FANC en aan een internationale review board die het FANC ondersteunde. Het doel van de review board is de kwaliteit en de relevantie van deze onderzoeken te beoordelen en te garanderen om een oordeel te kunnen vellen rond de veiligheid van werking van beide reactoren. Als extra maatregel is het onderzoek door het FANC ook nog eens voorgelegd aan een onafhankelijk laboratorium, het Amerikaanse *Oak Ridge National Laboratory*, dat zijn eigen methodologie toepaste om de integriteitsanalyse te bevestigen.

Besluit: de structurele integriteit van de reactorkuipen van Doel 3 en Tihange 2 ligt binnen de opgelegde veiligheidsnormen en de aanwezigheid van waterstofvlokken heeft geen nadelige invloed op de veiligheid van de reactoren. Daardoor kwam het FANC in november 2015 tot de conclusie dat er geen redenen meer waren die een heropstart van de reactoren van Doel 3 en Tihange 2 in de weg stonden.



“ We hebben uiterst moderne proeven en doorgedreven evaluatieprocedures toegepast om het materiaalgedrag onder bestraling exact en betrouwbaar te bepalen. ”

MYRRHA,

technologie
veiliger en
schoner

Het SCK•CEN werkt volop aan het ontwerp en de bouw van een nieuwe multifunctionele bestralingsinstallatie: de *Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications*, beter bekend als MYRRHA. Deze opvolger van reactor BR2 wordt wereldwijd het allereerste prototype van een kernreactor die wordt aangedreven door een deeltjesversneller. MYRRHA werkt met snelle neutronen en de koeling gebeurt door vloeibaar metaal: een mengsel van lood en bismut. We spreken van een subkritische reactor omdat de kern onvoldoende splijtbaar materiaal bevat om de kettingreactie spontaan te onderhouden. Hij moet gevoed worden door een externe neutronenbron, in dit geval gecreëerd met een deeltjesversneller. Dit is een veilige en prima te controleren technologie. Door het uitschakelen van de versneller valt de reactor onmiddellijk stil.

Dankzij de snelle neutronen wordt de brandstof in de reactor efficiënter gebruikt, waardoor er minder radioactief afval overblijft. Bovendien moet MYRRHA demonstreren dat het technisch haalbaar is om de meest radiotoxische elementen in hoogactief afval te verwerken door transmutatie. Deze splijting van langlevende elementen tot producten die veel minder lang radiotoxisch zijn, zorgt voor een verdere reductie van de hoeveelheid en levensduur van het afval. Daardoor daalt de vereiste bergingstijd van honderdduizenden jaren tot enkele honderden jaren.

Naast het onderzoek naar transmutatie zal het SCK•CEN MYRRHA inzetten voor een brede waaier van toepassingen, zoals materiaaltesten voor huidige en toekomstige reactoren, experimenten met kernfusietechnologie, de ontwikkeling van nieuwe brandstoffen en de productie van medische radio-isotopen. In 2015 heeft het SCK•CEN in samenspraak met de *MYRRHA Ad Hoc Group* een gefaseerd implementatieplan opgemaakt. Vanaf 2024 zal het studiecentrum in Mol de eerste fase van MYRRHA, een deeltjesversneller met een energie van 100 MeV, in gebruik nemen (zie pagina 58).

Financiering

De totale kost van het MYRRHA-project is geraamd op 1500 miljoen euro (2014). In 2010 besliste de Belgische overheid om het project gedurende vijf jaar te steunen met een totaal budget van 60 miljoen euro voor verder onderzoek en ontwikkeling. Ze bepaalde ook dat België als gastland 40 procent van de totale kosten zal dragen voor de complete realisatie van MYRRHA. Op basis van het evaluatierapport voor de periode 2010-2014, besliste de overheid in 2015 om het SCK•CEN een nieuwe uitzonderlijke MYRRHA-dotatie toe te kennen van 40 miljoen euro voor 2016-2017.

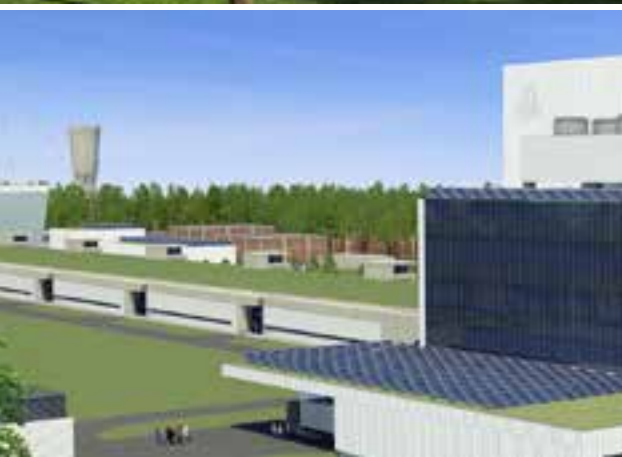
2015

Na een jaar van evaluatie
volgt steun van de regering

De steun van de Belgische regering is in het verleden cruciaal geweest. We zijn verheugd dat de federale overheid ook voor de komende twee jaren zijn support en financiering heeft toegezegd. Bovendien verwachten we veel van de Hoge Vertegenwoordiger die de regering zal benoemen om de oprichting van het internationaal consortium rond MYRRHA te faciliteren en om de financiële steun van de Europese Investeringsbank waar te maken.

Hamid Aït Abderrahim

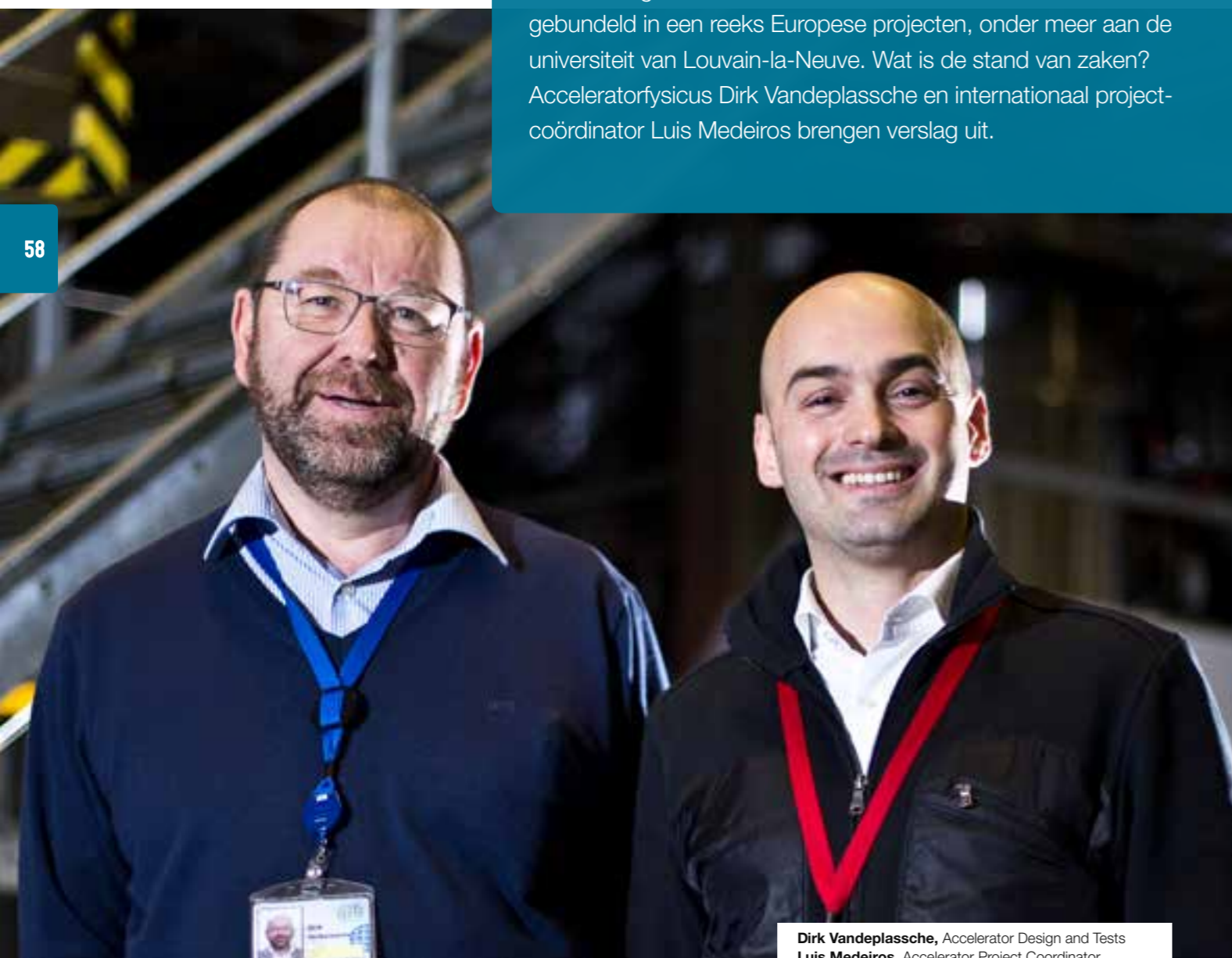
Directeur van het MYRRHA-project



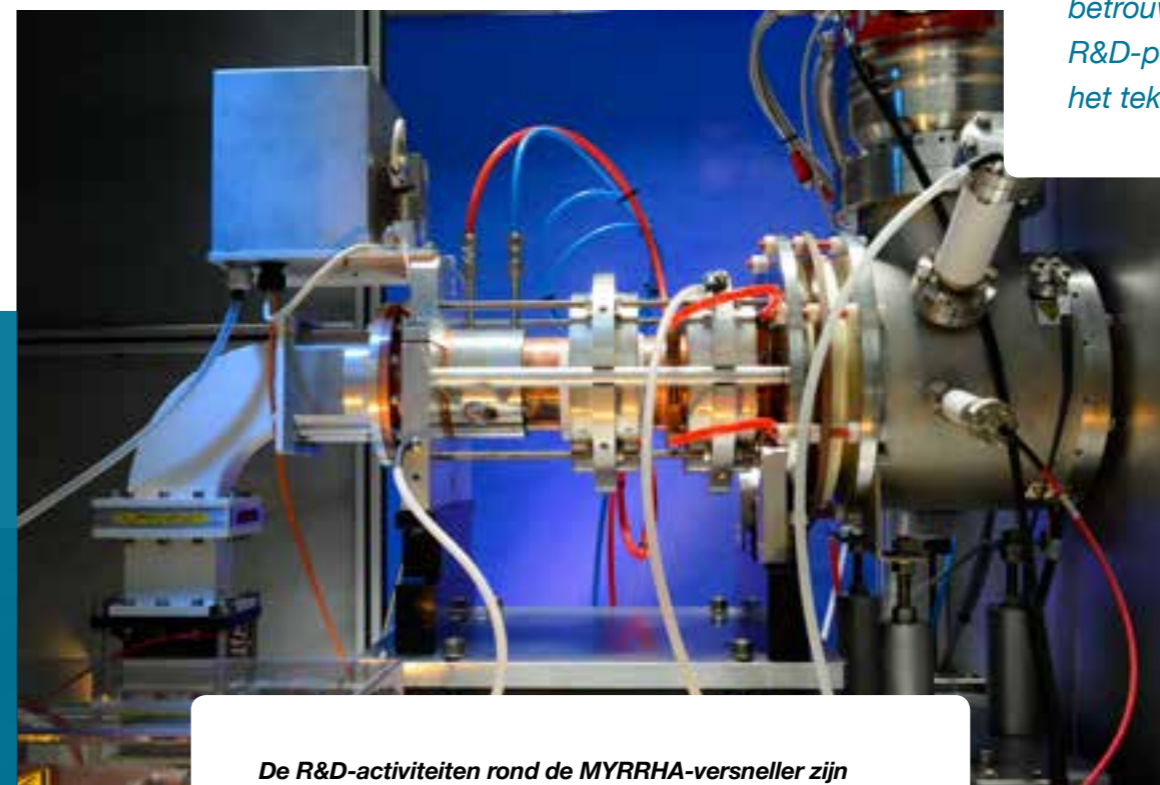
“Een superbetrouwbare deeltjesversneller voor MYRRHA”

Onderzoek en ontwikkeling op Europees niveau

De toekomstige onderzoeksreactor MYRRHA is een ADS of ‘accelerator driven system’. Bijzonder in deze installatie is de accelerator of deeltjesversneller – een cruciaal onderdeel. De ontwikkeling en de bouw van de MYRRHA-versneller worden gebundeld in een reeks Europese projecten, onder meer aan de universiteit van Louvain-la-Neuve. Wat is de stand van zaken? Acceleratorfysicus Dirk Vandeplassche en internationaal project-coördinator Luis Medeiros brengen verslag uit.



Dirk Vandeplassche, Accelerator Design and Tests
Luis Medeiros, Accelerator Project Coordinator



De R&D-activiteiten rond de MYRRHA-versneller zijn opgesplitst in verschillende Europese projecten. Waarom de keuze voor onderzoek op Europees niveau?

Dirk Vandeplassche: Vandaag hebben we bij het SCK·CEN een klein team van vier medewerkers dat zich met acceleratoren bezighoudt. Dat team zal in de toekomst uitgebreid worden en zal zich voornamelijk op de coördinatie en het beheer van het acceleratorprogramma richten, maar het eigenlijke onderzoek gebeurt in een bijna exclusief Europees samenwerkingsverband. Met andere woorden: wij coördineren en sturen, terwijl onze verschillende partners het experimentele programma concreet op wetenschappelijk niveau uitvoeren. Dat is een win-winsituatie voor alle partijen.

Wat is de specifieke rol van het team in de uiteindelijke bouw van MYRRHA?

Luis Medeiros: Het MYRRHA-project bestaat essentieel uit een subkritische reactorkern die gevoed wordt door een externe neutronenbron. Deze bron wordt gevormd door een spallatie-doelwit waarop een intense protonenbundel wordt gericht. Ons team richt zich specifiek op de ontwikkeling en de bouw van de deeltjesversneller die deze protonenbundel aflevert.

Dirk Vandeplassche: Beginnen we in de toekomst aan de daadwerkelijke bouw van de accelerator, dan weten we dankzij de hechte samenwerking op welke partij we een beroep moeten doen voor de constructie van welke onderdelen.

“De voornaamste uitdaging van de versneller is zijn betrouwbaarheid; het hele R&D-programma staat in het teken daarvan.”

Er is gekozen voor een supergeleidende linac of lineaire deeltjesversneller met hoge betrouwbaarheid. Waarom?

Dirk Vandeplassche: In de kern van de MYRRHA-reactor willen we neutronen produceren aan de hand van protonen. Een doeltreffende reactie om dat te behalen is spallatie, en die kun je bereiken met een energie van enkele honderden megaelektronvolt (MeV) tot 1,5 gigaelektronvolt (GeV). Een energie van 600 MeV is perfect haalbaar met heel wat machines, maar voor MYRRHA moet de protonenbundel bij aflevering in de kern wel een vermogen van 2,4 megawatt bereiken. Dat is niet min, zodat je alleen nog de keuze tussen een cyclotron en een linac hebt. Bij een cyclotron zit je bij 600 MeV al dicht bij de limiet en mede daarom biedt een linac ons een veel grotere betrouwbaarheid.

Luis Medeiros: De parameters voor de betrouwbaarheid zijn van technische én operationele aard. Als er bij een ADS iets misloopt met de protonenbundel, dan stopt de reactor meteen. Bij een klassieke reactor noemt men dat een 'scram', een noodstop. Het kan daarna meerdere uren duren om weer op te starten. Precies daarom moet je zeker zijn van de goede werking van de accelerator. De voornaamste uitdaging van de MYRRHA-versneller is zijn betrouwbaarheid, en het hele R&D-programma staat in het teken daarvan. Eerst moeten we voor de lage-energiezijde van de versneller (0 tot 15 MeV) de protonenbundel zo goed mogelijk karakteriseren. Dat is essentieel, want de kwaliteit van die bundel staat in voor het succesvolle versnellen doorheen de gehele structuur – wel 300 meter in totaal.

Die bundeltesten zijn al aan de gang in het lopende MYRTE-project, niet?

Luis Medeiros: Klopt. In het MYRTE-project is het voorzien om een beperkt aantal componenten aan de lage-energiezijde van de versneller – de RadioFrequency Quadropole (RFQ) en diens hoogvermogen RF-versterker – effectief te bouwen en met bundel te testen. Voor het initiële deel van de versneller – de ionenbron en het lage-energie bundeltransport – werkt het SCK•CEN samen met de universiteit van Louvain-la-Neuve (UCL) in het project RFQ@UCL. We voeren dat uit in nauw partnerschap met het *Laboratoire de Physique Subatomique & de Cosmologie* in Grenoble, en de testopstelling staat nu daar. Hetzelfde team uit Grenoble ontwikkelde ook de GENEPI-3C-versneller voor het GUINEVERE-project van het SCK•CEN. We hebben veel contact met hen. In 2017 komt de opstelling naar Louvain-la-Neuve, waar de universitaire onderzoekers ze zullen gebruiken voor uitgebreide bundeltesten.

Dirk Vandeplassche: Een ander punt van grote aandacht is de techniek die zal toegepast worden om het RF-vermogen te genereren: het is nu mogelijk om met moderne hoogvermogen-transistoren performante en betrouwbare versterkers te bouwen. De bouw van een prototype zal gebeuren bij het bedrijf IBA in Louvain-la-Neuve.

Hoe belangrijk is de controle van de versneller in de gehele ontwikkeling?

Dirk Vandeplassche: Voor een extra betrouwbare accelerator is een afdoend controlesysteem nodig. Het heeft van meet af aan een grote rol gespeeld en zal in de loop van het ontwikkelproces nog belangrijker worden. Het controlesysteem is erg complex en integreert alles: elk reëel element heeft een virtuele component. Je moet het systeem dus bekijken als hersenen die alles in het oog houden en op die manier de betrouwbaarheid helpen garanderen.

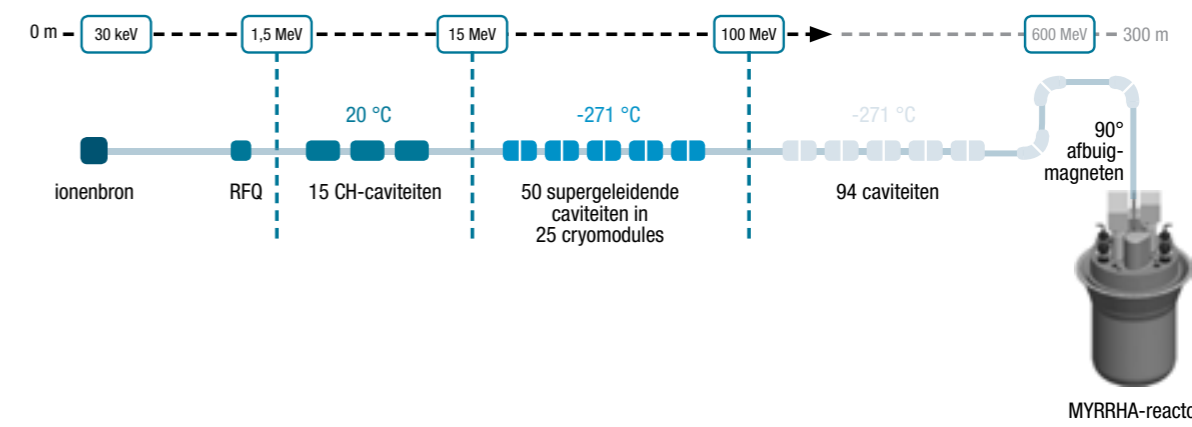
Welke projecten staan er in de nabije toekomst op stapel?

Dirk Vandeplassche: De protonenbundel die aan het einde van de lage-energiezijde van de versneller afgeleverd wordt door de RFQ, heeft een energie van 1,5 MeV. Om verder te versnellen, zullen zogenoemde CH-caviteiten gebruikt worden om op te klimmen tot 6 MeV en daarna tot 15 MeV. Na hun bouw worden deze componenten aan de testopstelling in Louvain-la-Neuve toegevoegd en op hun beurt uitgebreid met bundel getest.

Luis Medeiros: De volgende fase is de ontwikkeling van het eerste supergeleidende deel van de versneller. Vanaf 15 MeV maken we namelijk de overstap naar supergeleidende caviteiten die zullen werken bij een temperatuur van 2 Kelvin (-271 °C). We moeten daarom een prototype cryostaat uitgerust met twee zulke caviteiten realiseren. 25 van deze modules – die we nodig hebben om tot 100 MeV te komen – zullen later het eerste supergeleidende deel van de versneller vormen.



MYRRHA-versneller



Naar een kern die steeds meer op MYRRHA lijkt

Onderzoekers FREYA introduceren simulant voor MOX

In 2011 startte het vijfjarige Europese onderzoeksproject FREYA onder coördinatie van het SCK•CEN. Het project omvat een reeks fysieke proeven om het design en de licentiëring van de kern van versneller aangedreven systemen zoals MYRRHA te ondersteunen. De onderzoekers benaderen de beoogde werkelijkheid steeds meer. Zo introduceerden ze in 2015 aluminiumoxide in de snelle reactor VENUS-F voor de simulatie van de oxide in de MOX-splijstof voor MYRRHA.

FREYA staat voor *Fast Reactor Experiments for hYbrid Applications* en is een project in het zevende Europese kaderprogramma. Het eerste technisch werkpakket ging over de ontwikkeling en validatie van een methode om online de subkritikaliteit te meten van een versneller aangedreven systeem (Accelerator Driven System of ADS). In het volgende werkpakket werd een kern van de snelle reactor VENUS-F kritisch geladen om zo representatief mogelijk te zijn voor de loodgekoelde snelle reactor. De werkpakketten 3 en 4 waren gericht op een meer gedetailleerde simulatie van de MYRRHA-kern voor het ontwerp en het verkrijgen van de licenties.

Nieuwe samenstelling van de splijstofelementen

Tussen februari en oktober 2015 vond werkpakket 3 plaats in VENUS-F. Verschillende kernconfiguraties werden geladen om de kritische kern van MYRRHA te onderzoeken. Ten eerste werd voor alle kernen in dit werkpakket een volledig nieuwe samenstelling van de splijstofelementen gekozen en gemonteerd. Ze zullen tot het einde van het project gebruikt worden. Het essentiële verschil is het gebruik van aluminiumoxide in de vorm van

Al_2O_3 -staafjes die de zuurstof van het oxide in de splijstof van MYRRHA simuleren.



Proeven met bismut als koelmiddel

Het laatste werkpakket in FREYA is gewijd aan het onderzoek van de reactiviteitsmonitoring in de VENUS-F subkritische MYRRHA-achtige kern. Dit is dezelfde kern als de kritische CC8-kern, maar zonder de vier centrale splijstofassemblages vanwege de verticale lijn van de GENEPI-3C-versneller die opnieuw gekoppeld wordt met de reactor.

Na afronding van FREYA in maart 2016 worden de installaties gebruikt voor experimenten in het al lopende Europese Horizon 2020 project MYRTE (MYRRHA Research and Transmutation Endeavour). De activiteit in werkpakket 5 van MYRTE heet *Experiments in support of the MYRRHA design evolution*. Specifiek hieraan is dat de splijstofassemblages van de VENUS-F-reactor nu ook bismut zullen bevatten. Dat stelt de onderzoekers in staat om het lood-bismut in MYRRHA goed te simuleren.

Steeds meer gedetailleerde simulaties

Deze nieuwe splijstofassemblages werden eerst gebruikt om de MYRRHA-kern zonder enige perturbatie te simuleren. De tweede (CC7) en de derde (CC8) configuraties in VENUS-F simuleerden stap voor stap de echte MYRRHA-kern mét perturbaties. Meer bepaald gaat het hier om de berylliumoxide (BeO) reflector en de in-pile-secties (IPS) voor de productie van het radioactieve isotoop molybdeen, dat essentieel is voor de medische sector. De BeO-reflector van MYRRHA werd met succes gesimuleerd in de CC7-kern met grafiet. In de CC8-kern werden bovendien de IPS gesimuleerd met een gelijkaardige samenstelling als de echte IPS in MYRRHA. Wel werd het water dat voorzien is in het ontwerp van MYRRHA vervangen door polyethyleen in VENUS-F.

“ Het essentiële verschil is het gebruik van aluminiumoxide om de zuurstof in de splijstof van MYRRHA te simuleren. ”

1 gram zuurstof per 1000 ton lood en bismut

Uiterst nauwkeurige sensoren voor veilige werking MYRRHA

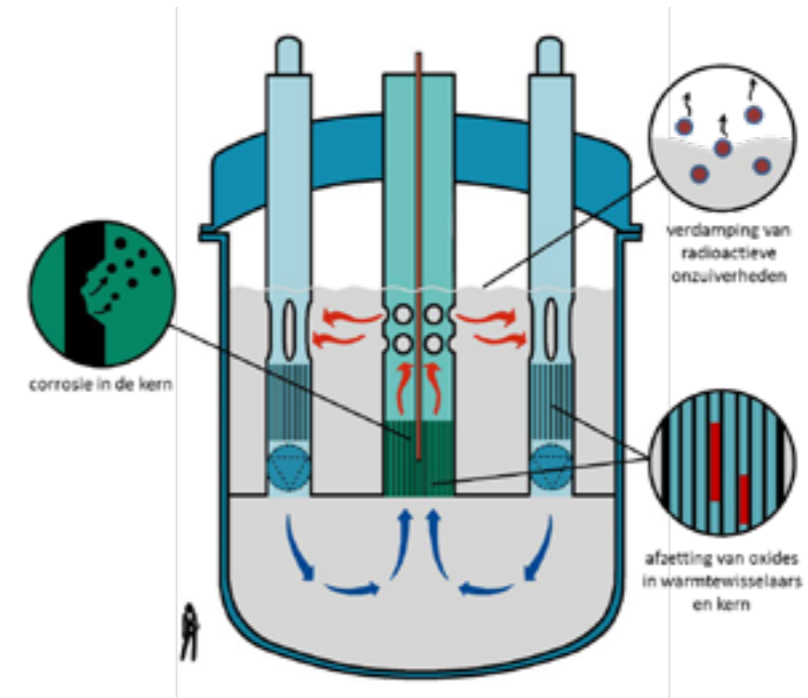
Vloeibaar lood-bismut eutecticum (LBE) zal dienstdoen als koelmiddel in de MYRRHA-onderzoeksreactor. Daarom bestuderen onderzoekers van het SCK•CEN het gedrag van LBE. Het doel is tot precieze veiligheidsberekeningen te komen die nodig zijn om vergunningen te verkrijgen. Dit vereist de ontwikkeling van zeer nauwkeurige en betrouwbare systemen voor het meten en controleren van de zuurstofconcentratie in het LBE van de reactor.

LBE bevat een zeer kleine hoeveelheid opgeloste zuurstof. Toch is zuurstof hét cruciale element voor chemische processen in LBE. Zelfs een kleine concentratie kan de werking en veiligheid van een met LBE gekoelde reactor zoals MYRRHA beïnvloeden. Wordt de zuurstofconcentratie te hoog, dan ontstaat er een reactie met het lood in de koelvloeistof. Deze reactie veroorzaakt vast loodoxide dat begint neer te slaan. Zulke vaste deeltjes kunnen blokkeringen veroorzaken in de reactorkern of warmtewisselaars.

Een ander fenomeen is corrosie. Als de zuurstofconcentratie te laag is, verloopt de corrosie in een sneller tempo. Corrosie moet zo veel mogelijk worden gereduceerd om de stalen bekleding rond de brandstof intact te houden en de vrijgave van splijttingsproducten in het LBE te voorkomen.

Bovendien is zuurstof de belangrijkste partner in reacties met onzuiverheden in LBE. Neem bijvoorbeeld ijzer en chroom, die vrijkomen in LBE door corrosie. Ze reageren met zuurstof en vormen vaste deeltjes, met risico op blokkering tot gevolg. Reacties van zuurstof beïnvloeden dan weer sterk het chemische

gedrag van radioactieve onzuiverheden zoals hun verdamping en depositie op oppervlakken die in contact komen met het LBE. Al die processen kunnen de veiligheid sterk beïnvloeden.



Zuurstofconcentratie zorgvuldig controleren

Het is daarom essentieel de zuurstofconcentratie in LBE zorgvuldig te controleren: de onderzoekers van het *Conditionerings- en Scheikunde Programma* streven naar een doelwaarde van 10^{-7} gewichtsprocent van zuurstof in LBE, wat overeenkomt met ongeveer 1 gram zuurstof per 1000 ton lood en bismut. In de MYRRHA-reactor, die verschillende duizenden ton LBE bevat, zullen maar een paar gram zuurstof zitten. Zelfs al is zuurstof aanwezig in heel lage concentraties, toch is een precieze controle nodig om de veiligheid van de reactor te garanderen.

Er bestaan wereldwijd verschillende systemen om zuurstof in LBE te controleren. Veel laboratoria gebruiken gas, een relatief eenvoudige methode. Een andere methode is het gecontroleerd oplossen van loodoxide, een techniek oorspronkelijk ontwikkeld in de Sovjet-Unie.



“Onderzoekers uit Japan, Roemenië en China hebben onze nieuwe zuurstofsensoren al aangeschaft.”



Innoveren

zit in onze genen

Het SCK•CEN kan bouwen op een rijke geschiedenis van grensverleggend onderzoek en unieke technologische realisaties. Die uitgebreide kennis en expertise zetten we nu volop in om duurzame oplossingen te ontwikkelen voor de maatschappelijke vraagstukken van vandaag. Continu innoveren en flexibel inspelen op de uitdagingen van de toekomst vormen de sleutels tot ons succes.

Peter Baeten

Instituutsdirecteur Geavanceerde Nucleaire Systemen



Fundamentele processen ontrafelen

De onderzoekers van het *Conditionerings- en Scheikunde Programma* hebben nog meer projecten op de planning staan. Ze wil de fundamentele chemische processen beter begrijpen die de vorming en afzetting van de vaste deeltjes veroorzaken als gevolg van reacties met zuurstof. Er wordt ook gewerkt aan gedetailleerde 3D-simulaties van chemische processen met zuurstof in MYRRHA om te voorspellen hoe en waar de zuurstofconcentratie in de reactor verschilt van de beoogde concentratie. De verworven kennis over LBE biedt ook mogelijkheden voor toepassingen en valorisatie buiten de nucleaire sector, bijvoorbeeld in batterijen en zonne-energie. Dat zijn veelbelovende applicaties maar geen kernactiviteiten van het SCK•CEN.

Elektrochemisch pompen van zuurstof

Naast sensoren zijn er tools nodig om zeer kleine hoeveelheden zuurstof bij LBE toe te voegen of te verwijderen op een gecontroleerde en betrouwbare manier. Daarom is bij het SCK•CEN een unieke nieuwe techniek ontwikkeld met de naam EPO: *Electrochemical Pumping of Oxygen*. De onderzoekers passen EPO toe op de experimentele MEXICO-loop, maar MYRRHA is nog 1000 keer groter. Om in MYRRHA een systeem te krijgen dat dezelfde prestaties levert, zal de efficiëntie van EPO nog preciezer afgestemd worden op grote LBE-installaties.

Onzuiverheden opsporen

Van alle onzuiverheden in LBE kon tot nu toe alleen zuurstof online worden gemeten met een hoge gevoeligheid. Het zou ideaal zijn om ook specifieke sensoren te hebben voor andere onzuiverheden. De ontwikkeling van dergelijke sensoren is niet eenvoudig en zou veel tijd en geld vergen. Gelukkig ontdekten de onderzoekers dat ze ook andere belangrijke onzuiverheden zoals ijzer indirect kunnen opvolgen door de zuurstof te meten. Dankzij dit inzicht zijn onlangs met succes onzuiverheden in LBE opgespoord met een ongezien niveau van detail.

Bij die systemen laat de nauwkeurigheid van de gangbare zuurstofsensoren onder 350 °C te wensen over. Het SCK•CEN is er nu in geslaagd om de temperatuurgrens van sensoren naar beneden te halen tot zelfs 150 °C. In MYRRHA zal de minimale temperatuur ongeveer 200 °C bedragen, dus er is een marge. Het resultaat is een nieuwe familie van zuurstofsensoren en bijbehorende technologie die geschikt is voor MYRRHA-omstandigheden. Ondertussen hebben onderzoekers uit Japan, Roemenië en China de nieuwe zuurstofsensoren al aangeschaft.



**Talent en
middelen
optimaliseren**

04



“De toekomst is digitaal en maximaal geconnecteerd”

Nieuw platform registreert en beheert wetenschappelijke output

Papier behoort tot het verleden; het heden en de toekomst zijn digitaal. Daarom is het SCK•CEN gestart de oude publicaties in zijn bibliotheek te digitaliseren. Tegelijkertijd is ROMa gebouwd, een gloednieuw platform voor wetenschappelijke output. Deze rijke gegevensbank is nu reeds raadpleegbaar door eigen medewerkers; in de toekomst ook door onderzoekers aan andere instellingen en het grote publiek. Knowledge Manager Danielle Couvreur leidt ons rond in haar digitale stad.

Danielle Couvreur, Knowledge Management

Sinds een tijdje bent u bezig oude wetenschappelijke publicaties uit de bibliotheek van het SCK•CEN te digitaliseren en boeken met verouderde inhoud te verwijderen. Waarom gebeurt dat?

Danielle Couvreur: Met de modernisering van de bibliotheek willen we via het interne Knowledge Centre-portaal niet alleen onze catalogus en elektronische documenten aan onze medewerkers ter beschikking stellen. Ze krijgen ook toegang tot allerlei diensten om artikelen, papers en onderzoeksinformatie te raadplegen. Bovendien werden we eind 2014 op de hoogte gebracht van een eventuele verhuizing van de bibliotheek – wat een lange voorbereiding vergt. Dat was hét moment om onze boekencollectie uit te zuiveren. In december 2015 hebben we een boekenbeurs georganiseerd waarvoor onze collega's veel interesse toonden.





Hoe pakt u de digitalisering aan?

Danielle Couvreur: We zijn in 2015 met de digitalisering begonnen en zetten dat proces voort in 2016. Voor de oude wetenschappelijke publicaties uit de bibliotheek loopt het project over verschillende jaren. In het kader van archivering hebben we een externe partner de opdracht gegeven om al onze papieren informatie in te scannen. Alle digitale bestanden worden gecentraliseerd opgeslagen in *Alexandria*, ons systeem voor documentbeheer. Niets gaat verloren; we stellen alle publicaties ter beschikking als doorzoekbare documenten. De noodzakelijke confidentialiteit is voor elke publicatie ingebouwd.

In 2014 zijn we bovendien overgeschakeld op de bibliotheeksoftware *Brocade*. Daarmee kunnen onze gebruikers veel sneller een publicatie opzoeken. Links tussen *Alexandria* en *Brocade* maken het mogelijk documenten op te zoeken en de volledige tekst te lezen. Alles wordt mooi gerepertorieerd op titel, auteurs, type publicatie, ermee verbonden gebeurtenissen, enzovoort. Als het moet, corrigeren we gegevens.

“ Dankzij het nieuwe informatieplatform kunnen we onze kennis delen met onderzoekers van andere centra en met het grote publiek. ”

U hebt nu ook de publicaties van de medewerkers van het SCK-CEN gedigitaliseerd. Blijven die alleen intern toegankelijk? Of stelt u de kennis ook ruimer ter beschikking?

Danielle Couvreur: Het merendeel van onze publicaties is intern te raadplegen. De nieuwe applicatie *ROMa* (Research Output Management) stelt onze onderzoekers in staat om gemakkelijker hun wetenschappelijke publicaties te registreren en terug te vinden.

Maar we leven in een geconnecteerde wereld. Het is nuttig dat we onze kennis delen, zowel met onderzoekers van andere centra als met het grote publiek. Daarom ontwikkelen we op onze publieke Science Platform-website een applicatie die vlotte toegang zal bieden tot onze publicaties. Deze *Institutional Repository* zal niet alleen de wetenschappelijke werken bevatten maar ook bepaalde publieke projecten, bijvoorbeeld op Europees niveau. Opzoeken, volgen per thema en exporteren zal mogelijk zijn. Zo kunnen we vermeld worden in andere repositories en groeit onze naamsbekendheid.

Hoe gebeurt de evaluatie van zulke publicaties? Zijn er wijzigingen?

Danielle Couvreur: In de evaluatie van onze wetenschappelijke publicaties zijn er twee grote veranderingen. We kennen nu een score toe aan de publicatie zelf en niet meer aan de eerstvermelde auteur. Ook de indeling van de scores is opnieuw bekeken om meer de nadruk te leggen op kwaliteit en minder op kwantiteit.

Wat waren de uitdagingen op ICT-gebied voor de digitalisering van de publicaties en de creatie van ROMa?

Danielle Couvreur: We spreken hier over twee projecten die parallel lopen: het scannen van de documenten en de implementatie van *ROMa*. Dat laatste vereiste de integratie van drie vroegere databases over een periode van meer dan zestig jaar. Er waren grote verschillen in structuur, organisatie en personeel. Ook de uitwisseling van de informatie tussen *ROMa* en de databases van Human Resources, SAP, *Brocade* en *Alexandria* was een flinke klus. We hebben niet alleen nieuwe workflows gecreëerd voor de validatie in *Alexandria* en *ROMa*, maar ook nog eens beide technologieën op elkaar afgestemd voor een uniforme presentatie op de publieke website.

Ons team bestond uit bibliotheekmedewerkers, ICT'ers en collega's die ons hielpen processen, regels en richtlijnen op te stellen. Dankzij de hechte samenwerking hebben we met *ROMa* een performant informatieplatform gecreëerd dat in de toekomst nog de nodige upgrades zal krijgen.

Mensen zijn de kracht van ons onderzoekscentrum

Talenten optimaal inzetten en toekomst bieden

Mensen zijn de échte kracht van onze organisatie. Zij brengen projecten in beweging en vormen samen de expertise die het SCK•CEN de wereld biedt. Van zo'n groep medewerkers moet je het heden administratief beheren en de toekomst maximaliseren. Een taak die de afdeling Human Resources Management (HRM) enthousiast in goede banen leidt.

750 ELEKTRONISCHE PERSONEELSDOSSIEERS GEDIGITALISEERD

Iedereen die in dienst komt bij het SCK•CEN krijgt een eigen personeelsdossier waarin een reeks documenten bewaard worden: curriculum vitae, sollicitatiebrief, arbeidsovereenkomst, diploma's, getuigschriften ... Buitenlandse werknemers hebben nog extra stukken zoals een visum, een gastovereenkomst en verblijfsdocumenten. Dat levert alles bij elkaar een flinke stapel papier op, zeker omdat documenten tot tien jaar na de uitdiensttredingsdatum bewaard moeten blijven.

Papier, plaats en kosten besparen

Enkele jaren geleden keek de personeelsdienst nog uit naar nieuwe archiveringsmogelijkheden voor papieren personeelsdossiers. HR Business Partner Annik Stessens zag dat de oplossing uit

een andere hoek kwam: "De personeelsdossiers digitaliseren houdt veel meer voordelen in. Een elektronisch archief is volledig te doorzoeken en de gegevens zijn snel te identificeren. Bovendien besparen we papier, plaats en kosten."

Digitaal en veilig

Om zo ver te komen moesten alle personeelsdossiers gescand worden. Annik Stessens: "Die opdracht gaven we in handen van een gespecialiseerd bedrijf. Maar eerst

heeft iedereen bij HRM zijn steentje bijgedragen om de documenten van alle bestaande personeelsdossiers in dezelfde structuur en volgorde te brengen. Alle actieve dossiers zijn nu ingescand. Ze zijn als digitaal bestand op een veilige locatie opgeslagen."

Toegang tot persoonlijk dossier

Nieuwe dossiers worden nu meteen elektronisch aangemaakt, maar soms zijn er nog wel papieren documenten. "We scannen die onmiddellijk in en voegen ze op de juiste plaats toe in het dossier in *Alexandria*, het documentmanagementsysteem van het SCK•CEN", zegt Annik Stessens. "Alexandria maakt het mogelijk om de documenten snel ter beschikking te stellen van de medewerkers."



Annik Stessens, HR Business Partner

LOOPBAAN- GESPREKKEN GEVEN TALENT TOEKOMST

Talenten ontdekken en bespreken helpt medewerkers om keuzes te maken over jobs, taken en opdrachten waar ze die talenten in kwijt kunnen. Want wanneer een organisatie het accent legt op de dingen waar mensen goed in zijn, verhoogt dit hun betrokkenheid en geluk. En dat wil het SCK•CEN doen aan de hand van loopbaangesprekken.

MEERWAARDE VOOR DRIE PARTIJEN

Medewerker

De loopbaan vormt een wezenlijk onderdeel van het leven van onze medewerkers. Van het moment dat ze de schoolbanken verlaten tot aan hun pensioen zijn ze aan het werk. Het is interessant dat ze de kans krijgen om zelf hun loopbaan mee vorm te geven en te doen waar ze goed in zijn. En dat kunnen medewerkers ontdekken en realiseren door erover te praten met hun leidinggevende.

Leidinggevende

"Wat leeft er binnen mijn team en welke talenten zijn er aanwezig?" Als leidinggevendens dat weten, kunnen ze beter taken plannen en verdelen over hun medewerkers.

Organisatie

De organisatie krijgt zicht op de talenten en de verwachtingen van haar medewerkers. Door oordeelkundig dat menselijk kapitaal te benutten verhoogt de organisatie de betrokkenheid van iedereen – ook op lange termijn. Hoe meer medewerkers kunnen doen wat ze goed en graag doen, hoe meer energie er aanwezig is in onze organisatie.

Waarderen is de basis

"In het loopbaangesprek willen we een evenwicht vinden tussen ambitie, talent en mogelijkheden," stellen HR Business Partners Véronique Verbruggen en Nele Bruers. "Ons doel is medewerkers meer te laten doen wat ze graag doen en waar ze goed in zijn, altijd binnen de mogelijkheden van het team en van de organisatie. Daarom is het belangrijk om binnen de loopbaangesprekken het talent centraal te stellen. We verwachten van de medewerker dat hij het gesprek in handen neemt en zelf op zoek gaat naar wat mogelijk is. Van de leidinggevende verwachten we dat hij het gesprek benadert vanuit de zogenoemde *appreciative inquiry*: niet wat fout gaat of ontbreekt is het vertrekpunt, maar wel wat mensen in huis hebben en hun energie aanwakkert."

Open sfeer

"Praten in een open sfeer staat voorop, dat geldt in elke organisatie en in elke sector", weten ze bij HRM uit ervaring. "De gesprekken zijn geen verplichting, maar wel een recht voor iedere medewerker. Er is dus geen vast moment voorzien, want het moment waarop een loopbaangesprek nuttig is, verschilt voor iedereen. In ieder geval kunnen medewerker en leidinggevende aan de slag met een handleiding vol tips, tricks en hulpvragen om samen richting te geven aan de toekomst."



Nele Bruers, Véronique Verbruggen, HR Business Partners

Nieuw recyclagepark voor niet-nucleair afval

Opgehaald staat netjes

Tot voor kort had het SCK•CEN geen centrale plaats om niet-nucleair afval te verzamelen voor ophaling door externe afvalpartners. In 2015 werd de bouw van een eigen recyclagepark afgerond. Het afvalbeheer verloopt nu efficiënter en volgens strikte regels die ruimschoots aan de wetgeving voldoen. Dankzij doorgedreven selectieve inzameling dalen de kosten en kan er meer gerecycleerd worden.

Het eigen recyclagepark is het orgelpunt op een traject van wijzigingen in het beheer van niet-nucleaire afvalstoffen. De eenheid *Beheer van Afval en Passiva* is als operationele centrale dienst aangesteld om het afval op het bedrijfsterrein op te halen, te tussenstockeren in het recyclagepark en te laten ophalen door de externe afvalpartners waarmee het SCK•CEN een contract heeft. Dit 'single point of contact' is organisatorisch een radicale breuk met vroeger, toen verschillende diensten elk een stukje van de afvalbehandeling deden.

In het hedendaagse materialenbeleid verdwijnt de notie 'afval' omdat nuttige grondstoffen in afgedankte materialen hergebruikt of gerecycleerd kunnen worden. De wetgever legt een prioriteitsvolgorde op om afvalstoffen te beheren: eerst preventie, dan hergebruik, recyclage en andere nuttige toepassingen, en als laatste stap het verwijderen of storten.

Aandacht voor veiligheid, beveiliging en omgeving

Op het SCK•CEN gelden strenge beveiligingseisen. Daarom is het nieuwe recyclagepark aangelegd aan de buitenkant van de site en voorzien van een aparte ingang. Zo hoeven de ophalers van de containers en vrachten niet over het domein te rijden. Bij het verlaten van het recyclagepark zorgen detectoren voor een ultieme veiligheidscontrole op aanwezigheid van radioactieve materialen. Ook aan de omgeving is gedacht: rond het park is streekeigen beplanting aangebracht en er werd een bijenhotel van Natuurpunt geplaatst.

“ We hebben een grote stap voorwaarts gezet om efficiënt en milieuverantwoord met afvalstoffen om te gaan. ”



Maximaal selectieve inzameling

Op het SCK•CEN worden meer dan twintig verschillende afvalfracties selectief ingezameld: niet alleen afval dat vergelijkbaar is met huishoudelijk afval, maar ook gevaarlijke afvalstoffen, risicohoudend medisch afval, bouw- en slooafval, metaal- en houtafval, elektroapparaten, oliën, enzovoort. Bovendien worden de gevaarlijke afvalstoffen nog verder ingedeeld volgens hun gevaareigenschappen.

Maximale selectieve inzameling bevordert de recyclagemogelijkheden en vermindert de verwerkingskosten. Hoe beter er gescheiden wordt aan de bron, hoe goedkoper het is om afvalstoffen te laten ophalen en verwerken. De opbrengst van een aantal afvalstromen en het doorgedreven beheer van verpakkingsafval zijn ook nog eens economisch interessant.

Om alle medewerkers op de hoogte te brengen van het nieuwe afvalbeleid vond een sensibilisering plaats. Zo heeft het SCK•CEN in 2015 een grote stap voorwaarts gezet om efficiënt en milieuverantwoord met afvalstoffen om te gaan.

Bodembeheer en energiebeheer gaan hand in hand

Onderzoek en sanering leiden naar een schone bodem

Het gezamenlijke afstandsverwarmingssysteem van het SCK•CEN en VITO werkt op aardgas en verwarmt heel wat gebouwen. Er zijn ook deelsites die stookolie gebruiken voor de verwarming. De opslagtanks van stookolie hebben in het verleden helaas de bodem verontreinigd. Het SCK•CEN herstelt nu de bodemkwaliteit, neemt preventieve maatregelen en verbetert, waar mogelijk, tegelijk het energieverbruik en de luchtkwaliteit.

Oriënterende bodemonderzoeken brachten bodemverontreiniging in een aantal percelen van het SCK•CEN aan het licht. In beschrijvende onderzoeken werd de verontreiniging horizontaal en verticaal afgeperkt, zodat de omvang van de verontreinigde zones duidelijk was. Daarna volgde de opmaak en de uitvoering van bodemsaneringsprojecten om de grond te zuiveren. In vier zones was een sanering nodig: de residentiewijk, de BR2-site, de BR3-site en een kleine zone in Mol-Donk.

De residentiewijk

In de residentiewijk was er bodemverontreiniging rond verscheidene stookolietanks van huizen. Na onderzoek door deskundigen, saneerden aannemers in 2014 de vervuilde zones. De verontreinigde grond werd afgevoerd voor biologische reiniging en hergebruik. Er kwamen nieuwe dubbelwandige opslagtanks met permanente lekdetectie, conform de huidige wetgeving. De operatie gebeurde met respect voor de stabiliteit van de huizen en in samenspraak met de bewoners.

Site BR2

De refurbishment van onderzoeksreactor BR2 in 2015 was het ideale moment om de stookolieverontreiniging ter hoogte van het ventilatiegebouw aan te pakken: oude tanks werden gereinigd en afgevoerd, de vervuilde grond werd uitgegraven en aangevuld met zuivere grond. De oude stookinstallatie werd vervangen door een combi-installatie die in hoofdzaak op aardgas draait en slechts beperkt gebruikmaakt van stookolie. Dit project herstelt de bodemkwaliteit, vermindert het risico op bodemverontreiniging in de toekomst en verbetert zowel de energie-efficiëntie als de luchtemissies.

“ Deskundigen houden de toestand nauwlettend in de gaten volgens een strikt nazorgtraject. ”

Site BR3

BR3 is een relatief afgelegen site in volle ontmanteling. Vlak tegen en onder het gebouw bevindt zich een verontreinigde zone. Oude tanks werden gereinigd en geïnertiseerd. Er kwamen nieuwe tanks die aan de strengste eisen voldoen. De volledige sanering is in overleg met de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM) gepland in de eindfase van de ontmanteling, tussen 2020 en 2030.

In de drie projecten houden deskundigen de toestand nauwlettend in de gaten volgens een strikt nazorgtraject.

Zone Mol-Donk

In 2016 en 2017 komt nog een kleiner perceel in de Lichtstraat in Mol aan de beurt: een oud meetstation voor omgevingsmonitoring dat zich binnen de historische asbestverontreiniging van Mol-Donk bevindt. In het kader van een groter plaatselijk saneringsproject zal het asbest afgedekt worden met een isolatiefolie en een nieuwe afdeklaag.

Dieselbrandstof voor noodstroomaggregaten

Op het terrein van het onderzoekscentrum bevinden zich ook nog opslagtanks met dieselbrandstof voor de noodstroomaggregaten. Om het risico op bodemverontreiniging te beperken worden verouderde tanks systematisch vervangen door nieuwe. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de randvoorwaarden van de stresstest die het SCK•CEN heeft ondergaan. De overheden leggen een minimale autonomie voor de noodstroomvoorzieningen op. Dit is bepalend voor het volume van de nieuwe tanks.

Aandacht

voor veiligheid en milieu

Ons studiecentrum op een veilige, milieuvriendelijke en energiebewuste manier uitbaten vraagt continue aandacht. Zowel voor de nieuw te bouwen installaties als voor de bestaande infrastructuur streven we naar een geïntegreerde aanpak. De noden op vlak van veiligheid, beveiliging en milieu optimaal op elkaar afstemmen vormt een deel van onze maatschappelijke verantwoordelijkheid. In al onze activiteiten beschouwen we dit als een prioriteit.

Fernand Vermeersch

Hoofd Interne Dienst voor Preventie en Bescherming op het Werk



Watertoren in nieuw kleedje

Renovatie en betere infrastructuur

Als u het SCK•CEN bezoekt, kunt u er niet naast kijken: er staat een heuse watertoren op het domein. Hij verdeelt het water van drinkwatermaatschappij Pidpa naar het SCK•CEN en VITO. Omdat de toren in slechte staat was, drong een renovatie zich op. Tinne Withofs en Kris Iven volgden het project op de voet.

De watertoren werd gebouwd midden jaren 50 van vorige eeuw. Hij zorgt voor voldoende druk op het drinkwaternet van het domein en doet eveneens dienst als fysische scheiding tussen het openbaar net en dat van het SCK•CEN. Deze scheiding is verplicht volgens de regels van Pidpa. Het is een polyvalente toren, zegt Kris Iven: "De watertoren functioneert niet alleen als verdeelpunt van het drinkwater op het domein, de inhoud van de kuip doet ook dienst als buffer voor het bluswater. Er is een totale watervoorraad van 400 m³."

Uit een studie van AIB Vinçotte bleek dat de toren door betonrot in slechte staat verkeerde, hoewel de stabiliteit zelf in orde was. Tinne Withofs laat er geen twijfel over bestaan: "Een ingreep was noodzakelijk om de werking van de watertoren voor zeker tien jaar te garanderen."

Betonherstel

Na een aanbesteding gunde het SCK•CEN de opdracht aan de firma Renotec uit Geel. Voordat de werkzaamheden van start gingen, werd de 46 meter hoge toren volledig in stellingen ingepakt.

Het beton aan de buitenzijde was op verschillende plaatsen aangetast. Tinne Withofs zet alle werkzaamheden op een rij: "De coating ging eraf, loszittend beton werd verwijderd en er volgde een controle van de wapening. Bij de hersteloperatie kwam de wapening eerst aan de beurt, vervolgens werden herstelmortel, een egalisatielaag en een coating aangebracht."

De specialisten herstelden ook het beton aan de binnenzijde van de waterkuip en het ondergrondse bufferbekken. Een speciale deklaag op het beton houdt alles veilig voor drinkwater.

Betere infrastructuur

Aan de technische infrastructuur werd stevig gesleuteld. Kris Iven: "Er kwamen nieuwe verticale leidingen en de panelen van de leidingschacht werden vernieuwd. Het dak van de technische ruimte en de waterkuip werd vervangen. En een valbeveiliging mocht niet ontbreken, zodat voortaan het onderhoud op de daken veiliger kan gebeuren."

Dit was ook het ideale moment om een nieuwe trap naar het dak te installeren en toegangsdeuren en ramen te vervangen in het technisch lokaal, dat grondig werd opgefrist. Een aantal oude en niet meer gebruikte installaties werden afgevoerd om meer ruimte te creëren in de kelder en in de ruimte onder de waterkuip.

Rechtstreekse voeding niet voor morgen

Het renovatiewerk liep van midden augustus tot eind 2015, met als laatste stap de renovatie van het buffervat. De watertoren kan er nu weer een tijdje tegen.

Mogelijk verdwijnt de functie van de watertoren als er in de toekomst rechtstreeks gevoed kan worden vanuit drinkwatermaatschappij Pidpa. Tinne Withofs is realistisch: "Toch is die optie er pas over een tiental jaar. Niet alleen moet het drink- en bluswaternet vernieuwd worden, ook zijn er dan in alle gebouwen aanpassingen aan de drinkwaterverdeling nodig. Spreek gerust van een project op lange termijn."

“Een ingreep was noodzakelijk om de werking van de watertoren voor het volgende decennium te garanderen.”



Tinne Withofs, Kris Iven, Gebouwen

Kloppend hart krijgt tweede leven

Hoogspanningsstation volledig vernieuwd

De hoogspanningsinstallatie van het SCK•CEN was sinds 1958 in dienst en bevond zich in een van de oudste gebouwen van het domein. Na bijna zestig jaar drong een vernieuwing zich op om de veiligheid en de bedrijfszekerheid te garanderen. Op één belangrijke voorwaarde: er mocht bij de renovatie geen stroomonderbreking optreden.

“Elektriciteit is essentieel voor de werking van het SCK•CEN, maar wordt sinds jaar en dag vanzelfsprekend gevonden”, zeggen Valentin Vandebosch en Hans Van der Veken. Zij maken deel uit van het team *Elektriciteit* dat het kloppende maar stille hart van het studiecentrum een tweede leven moest geven. “We hebben eraan gewerkt van december 2014 tot oktober 2015. We stelden af en toe verouderingsverschijnselen vast in de 33 cellen van het station en vonden het tijd om over te schakelen naar een nieuwe hoogtechnologische vacuüm-installatie. Die moet ons meer flexibiliteit en redundantie geven; bij onderhoud en interventies op het elektriciteitsnet zal je er niets van merken.”

Elke fout kan fataal zijn

De eerste en meest uitdagende stap was de volledige renovatie van het hoofdonderstation 1 (OS1). Geen eenvoudige operatie weet Valentin Vandebosch: “Elke fout kan fataal zijn. Voor zowel de installatie, de mensen die eraan werken als de werking van het bedrijf. Dat betekent intensief testen en elke wijziging of onvolkomenheid natrekken – niet evident als je weet dat er uiteindelijk meer dan 3200 schakelhandelingen zijn uitgevoerd. We moesten ook rekening houden met alle nieuwe normen, wetgevingen en stresstestvereisten. Alleen in een beperkt gedeelte zoals in de residentiewijk hebben we overdag enkele onderbrekingen uitgevoerd, helemaal volgens planning.”



Alles is vernieuwd

Bij de renovatie van OS1 kwamen heel wat aspecten kijken. Hans Van der Veken somt ze op: “Niet alleen de vernieuwing van de 10kV-installatie zelf. Ook de hulpvoedingsinstallatie, de brandcompartimentering, de bliksembeveiliging en het brandmeldsysteem. En natuurlijk alles wat met ICT te maken heeft, de verlichting en verwarming ... Van boven tot onder is het gebouw vernieuwd. Weet je dat we bouwtechnisch alleen de muren en het dak hebben laten staan?”

Voortaan verloopt het onderhoud van OS1 veel gemakkelijker. Valentin Vandebosch: “Via een applicatie kun je de toestand en de energiestromen analyseren. Daar is wel wat kennis voor nodig, want het OS1 voedt nog eens drie andere onderstations. Het is nu ook mogelijk om het verbruik per gebouw geautomatiseerd te registreren en factureren.”

“De nieuwe hoogtechnologische vacuüminstallatie geeft ons meer flexibiliteit en redundantie.”

Davy Dehaen, Valentin Vandebosch en Hans Van der Veken, Centrale Technische Diensten



Werk aan de winkel

Het project is nog niet ten einde, want de drie andere onderstations komen ook aan de beurt: “In 2016 moet OS2 klaar zijn tegen de heropstart van reactor BR2. Ook die ombouw zal gebeuren zonder dat er iets van te merken is. OS3 en OS4 worden werkjes voor 2017. In ieder geval kan het kloppend hart van het SCK•CEN er weer dertig jaar tegenaan.”

Kerncijfers 2015

Zoals aangegeven in de *Hoogtepunten 2014*, heeft het SCK-CEN het boekjaar 2015 afgesloten met een groot verlies. Dit verlies bedraagt 23,7 MEUR ten op zichte van een winst van 11,3 EUR in 2014. De voornaamste reden voor dit minder goede resultaat is de vermindering van de federale dotaties met 25,8 MEUR.

Zonder deze post ligt het verlies in lijn met de verwachtingen omwille van de refurbishment van reactor BR2 wat heeft geleid tot extra uitgaven en een verlies aan inkomsten. De uitzonderlijke opbrengsten worden gecompenseerd door uitzonderlijke afschrijvingen en hebben bijgevolg geen impact op het resultaat 2015.

Na twee uitzonderlijke jaren daalt de omzet naar het niveau van 2012. In de andere opbrengsten blijft het aandeel met betrekking tot de vermindering van de bedrijfsvoorheffing voor wetenschappers stijgen (6,0 MEUR).

De financiering van onze uitgaven in 2015 komt voor 37 % van de federale overheid.

De totale kosten van het SCK-CEN bedroegen 125,1 MEUR in 2015. De personeelskosten bedragen hierin 73,4 MEUR of 59 % van het totaal; deze uitgaven worden gunstig beïnvloed door de structurele vermindering van de patronale bijdragen voor de sociale zekerheid (RSZ). De stijging ten op zichte van 2014 bedraagt 2,8 %. Na de stijgingen van de voorgaande jaren is er een lichte daling met 5 naar 731 personeelsleden per einde 2015. Uitgedrukt in voltijdse equivalenten blijft dit met 691 eenheden op het niveau van 2014.

De 'aankopen en diensten', goed voor 37 % van de totale kosten, daalden met 18,0 MEUR. Het grootste deel van deze daling is gerelateerd aan het Technisch Passief programma.

Na twee jaren van hoge toevoegingen aan de provisies, is er in 2015 een netto-terugneming of gebruik van 5,6 MEUR; dit is een verschil in de resultatenrekening van 18 MEUR in vergelijking met 2014. Provisies vertegenwoordigen 57 % van het passief van de balans per einde 2015 en dekken voornamelijk toekomstige uitgaven voor ontmanteling en afvalverwerking.

Samenvatting sociale balans 2015

Aantal werknemers op 31 december 2015

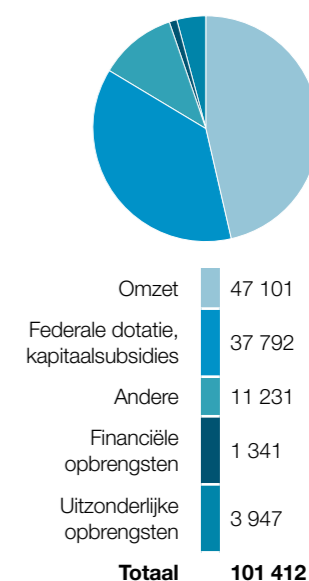
	voltijds	deeltijds
Met overeenkomst van onbepaalde duur	581	85
Met overeenkomst van bepaalde duur	63	2
Mannen	512	46
Vrouwen	132	41
Werknemers in dienst getreden	68	1
Werknemers uit dienst getreden	65	9
Gemiddeld aantal werknemers	638	97
Totaal	644	87

Vergelijkende balansen (in kEUR)

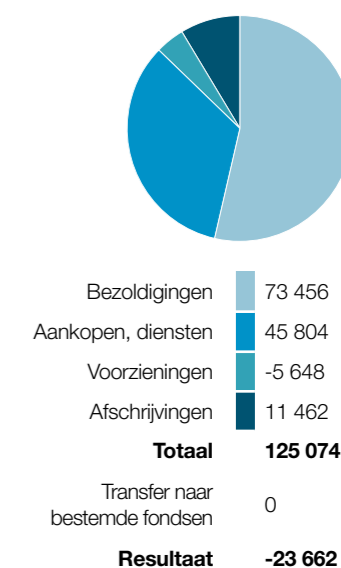
Activa	31/12/15	31/12/14
Immateriële vaste activa	5 653	5 590
Materiële vaste activa	49 201	42 660
Financiële vaste activa	6 467	6 196
Vorderingen op meer dan 1 jaar	585	385
Vorraden, bestellingen in uitvoering	26 870	42 777
Vorderingen op ten hoogste 1 jaar	32 333	28 758
Geldbeleggingen	400	4 956
Liquide middelen	88 226	105 896
Overlopende rekeningen	576	2 932
Totaal	210 311	240 150

Passiva	31/12/15	31/12/14
Eigen vermogen	38 540	61 922
Voorzieningen voor risico's en kosten	120 331	125 978
Schulden op meer dan 1 jaar	0	0
Financiële schulden	0	0
Handelsschulden	20 296	24 552
Ontvangen vooruitbetalingen	19 983	17 437
Belastingen, bezoldigingen en sociale lasten	7 892	7 932
Overige schulden	8	8
Overlopende rekeningen	3 261	2 321
Totaal	210 311	240 150

Opbrengsten 2015 (in kEUR)



Uitgaven 2015 (in kEUR)

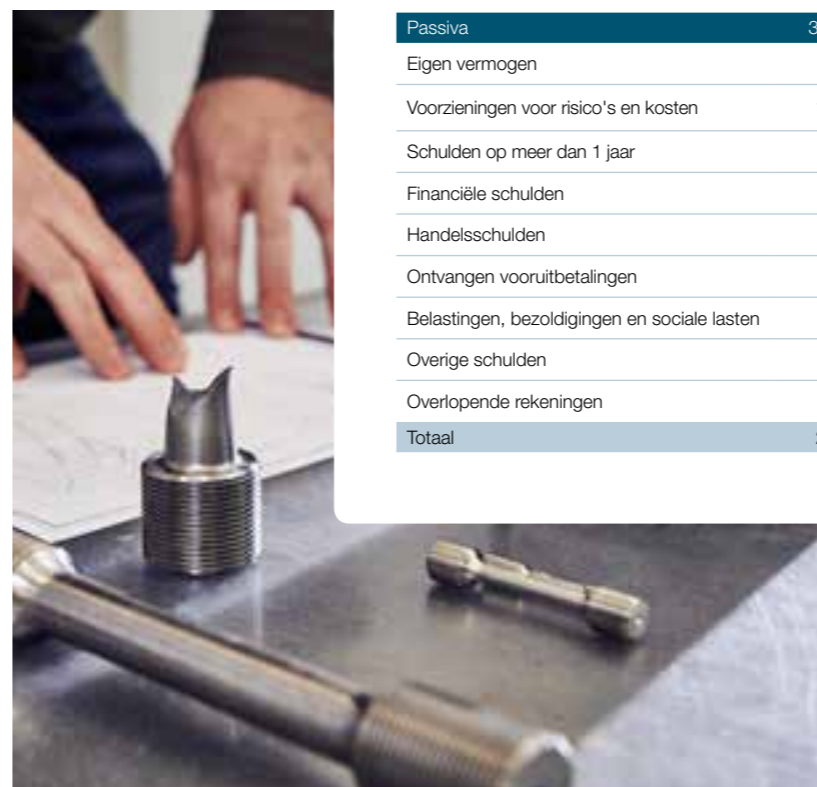


De geldmiddelen daalden met 22,2 MEUR naar 88,6 MEUR per einde 2015 en bedragen 42 % van het balanstotaal. Zonder de vermindering van het werkkapitaal met 13,9 MEUR was de daling groter geweest.

Door het verlies in 2015 daalt het aandeel van het eigen vermogen ten opzichte van het balanstotaal van 25,8 % in 2014 naar 18,3 % per einde 2015.

De in 2015 gerealiseerde investeringsuitgaven bedroegen 18,3 MEUR.

In 2015 was de vernieuwing van de BR2-reactor hierin de grootste post. De heropstart van BR2 is gepland in juli 2016. Met het oog op de toekomst zal er ook verder geïnvesteerd worden in de renovatie van gebouwen, de fysieke scheiding met de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) en de beveiliging van de site. De federale overheid voorziet in de volgende jaren een aparte financiering van deze extra beveiligingsinvesteringen.



2015 in een notendop

januari

p56

09/01
MYRRHA opgenomen in het 'Juncker' investeringsplan van de Europese Commissie voor 1,5 miljard euro



12/01
Belgische wetenschappers gebruiken nieuwe technologie in zoektocht naar elementaire deeltjes



april

03/04
Frank Hardeman benoemd tot adjunct-directeur-generaal van SCK•CEN



23/04
Belgische scholen nemen deel aan live videogesprek met astronoute in internationaal ruimtestation



september

14/09
Chinese vicepremier Liu Yandong bezoekt SCK•CEN



14/09
Minister Marghem prijst expertise SCK•CEN bij Internationaal Atoom-energieagentschap



oktober

p20

11/10
Vlaams minister-president Bourgeois maakt kennis met onderzoek voor nieuwe medische behandelingen



30/10
SCK•CEN en defensie zetten helikopter met meetapparatuur in tijdens noodplanoefening



MEER NIEUWS VINDT U OP ONZE WEBSITE



maart

20/03
40 jaar onderzoek maakt een beleidsbeslissing voor geologische berging van hoogactief en/of langlevend afval mogelijk



p44

25/03
Grote onderhouds- en vernieuwingsoperatie voor reactor BR2 gaat van start



mei

juni

22/06
Hans Vanmarcke nieuwe vice-voorzitter van het UNSCEAR-comité van de Verenigde Naties



15/05
SCK•CEN levert bijdrage aan betere effectiviteit van wereldwijde monitoring van kernproeven



p17

15/09
Algerije versterkt expertise in kerntechnologie via samenwerking tussen COMENA en SCK•CEN



p56

11/10
De federale Ministerraad beslist om MYRRHA op te nemen in het regeerakkoord voor de periode 2016-2017

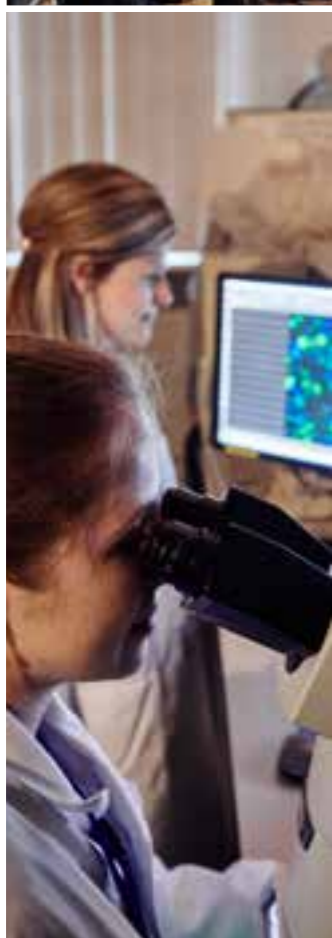


december

p19

22/12
Aantal deelnemers voor SCK•CEN Academy is bijna verdubbeld op 3 jaar tijd





hoogtepunten 2015

SCK·CEN

Studiecentrum voor Kernenergie

Het SCK·CEN is een stichting van openbaar nut met een privaatrechtelijk statuut, die opereert onder de voogdij van de Belgische Minister voor Energie.

Laboratoria

Boeretang 200
BE-2400 MOL

Maatschappelijke zetel

Herrmann-Debrouxlaan 40
BE-1160 BRUSSEL

Verantwoordelijke uitgever

Eric van Walle
Directeur-generaal

Redactie

Erik Dams, erikdams.com
Expertisegroep Communicatie

Vormgeving

Annelies Van Calster
leftlane.be

Fotografie

Klaas De Buysser
klaasdebuysser.be
Collectie SCK·CEN

Drukwerk

Albe De Coker
Hoboken

Copyright © 2016 – SCK·CEN

Dit werk is auteursrechtelijk beschermd (2016). Niets in deze publicatie mag worden gereproduceerd en/of gepubliceerd zonder voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van het SCK·CEN.

2015



2015

SCK•CEN

Studiecentrum voor Kernenergie

60 jaar ervaring in nucleaire wetenschap en techniek

Als onderzoekscentrum voor vreedzame toepassingen van radioactiviteit, vormt het SCK•CEN een onmisbare schakel in onze samenleving. We doen toekomstgericht onderzoek en ontwikkelen duurzame technologieën. Verder organiseren we opleidingen en bieden we gespecialiseerde diensten en consultancy aan. Met meer dan 750 medewerkers behoort het SCK•CEN tot de grootste onderzoeksinstituten van België.

Drie onderzoeksthema's krijgen doorheen al onze activiteiten extra aandacht:

- Veiligheid van nucleaire installaties
- Doordacht beheer van radioactief afval
- Bescherming van mens en milieu tegen ioniserende straling

www.sckcen.be



[@SCKCEN](https://twitter.com/SCKCEN)

