

2013



20

13

“ 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
2013



Beste lezer

4 Ervaring is in onze wereld bijzonder kostbaar, maar de echte uitdaging bestaat erin ervoor te zorgen dat de jarenlang opgebouwde kennis en kunde een rijke voedingsbodem vormen voor nieuwe inzichten en initiatieven.

In deze editie van onze *Hoogtepunten* leest u enkele sprekende voorbeelden. Zo is er onze piepjonge spin-off DoseVue. De drijvende krachten achter de nv DoseVue gaan een revolutionair systeem op de markt brengen voor niet-invasieve dosimetrie nabij de tumor, waardoor een gerichtere kankerbehandeling mogelijk wordt.

Het knoopt aan bij de lange ervaring van het SCK•CEN in dosimetrie en onderzoek naar de impact van straling op het organisme. DoseVue is geen onderzoeksproject maar een onderneming. En dat maakt een wereld van verschil. De creatie van deze spin-off is een voorafspiegeling van een nieuwe strategie voor het vermarkten van onze knowhow.

Onderzoeksreactor BR2 is sinds 1962 hét werkpaard van het SCK•CEN. Het opzet is alle functies die BR2 vervult, waaronder materiaalstudies en de productie van medische radio-isotopen en hoogwaardige halfgeleiders, vanaf 2025 te laten overnemen door MYRRHA. Tot die tijd willen we BR2 op een veilige en duurzame manier blijven uitbaten. Met het oog daarop voorzien we een ingrijpend onderhoud waarbij ook één van de essentiële onderdelen, de beryllium matrix, vervangen wordt. In deze *Hoogtepunten* leest u het boeiende relaas van de voorbereidingen.

Materiaalonderzoek is sinds de oprichting één van de kerntaken van het SCK•CEN. In 2013 hebben we onverwacht een opmerkelijk hoofdstuk toegevoegd aan deze lange geschiedenis. Onze experts hebben niet minder dan 550 tests uitgevoerd om de integriteit van de reactorbuizen van Doel 3 en Tihange 2 te bepalen. Dit onderzoek ondersteunde de beslissing van het FANC om de reactoren terug op te starten. In 2014 willen we dit onderzoek voortzetten met een bestralingsproject in reactor BR2.

Het samengaan van continuïteit en vernieuwing loopt als een rode draad doorheen 2013. Er kwamen niet alleen nieuwe uitdagingen, nieuwe inzichten en nieuwe plannen, maar ook nieuwe gezichten. Eind 2013 is een einde gekomen aan het mandaat van onze inspirerende voorzitter en vriend Frank Deconinck. Samen met de aanstelling van Derrick Gosselin als nieuwe voorzitter is ook de helft van de raad van bestuur

5 vernieuwd. U heeft ongetwijfeld al geraden waarom maar de helft; er is inderdaad gekozen voor een harmonieus samengaan van ervaring en vernieuwing.

Ik wens u veel leesplezier.



Eric van Walle
Directeur-generaal



TOP

01	Een nieuwe ploeg	06
02	Grensverleggend onderzoek	14
03	Performante reactoren	38
04	Innovatie voor MYRRHA	54
05	Veiligheid als topprioriteit	70
06	Van onderzoek naar business	80



Een
nieuwe
ploeg

01

Een droom die uitkomt

Frank Deconinck geeft de fakkel door aan Derrick Gosselin

In het najaar van 2013 werd de nieuwe raad van bestuur van het Studiecentrum voor Kernenergie aangesteld. Heel wat nieuwe gezichten maakten hun intrede. Ook de voorzitter is een nieuwkomer. Derrick Gosselin volgt in die functie Frank Deconinck op, die 17 jaar voorzitter was van het SCK·CEN. In het kantoor van de voorzitter, tussen de laatste verhuisdozen, kaarten Frank Deconinck en Derrick Gosselin na over de eerste vergadering van de nieuwe raad.

Interview met **Derrick Gosselin**, voorzitter raad van bestuur en **Frank Deconinck**, erelid

“ *Nucleair onderzoek vraagt een visie over minstens 50 jaar.* ”

Welk gevoel heeft u overgehouden aan uw eerste vergadering als voorzitter?

Derrick Gosselin: Ik ben enorm onder de indruk van de kwaliteit van de mensen die hier aan tafel zitten. Het zijn stuk voor stuk mensen die op hoog niveau actief zijn en wat me vooral opvalt, is dat ze zeer multidisciplinair zijn. Dat is eerder zeldzaam en ik vind dat erg belangrijk. De meeste bestuurders combineren ervaring met politiek en bedrijfsleven, of studies technologie en economie. Dit is een groep die in staat is om complexe zaken van verschillende kanten te bekijken en daar op een ernstige manier over te discussiëren en te beslissen.

Frank Deconinck: Ik ben volledig akkoord met wat Derrick zei in verband met de competentie van de personen. We zijn allemaal politiek benoemd. Politieke benoemingen, dat kan alle richtingen uitgaan, maar ik denk persoonlijk dat deze raad opnieuw een enorm potentieel heeft.

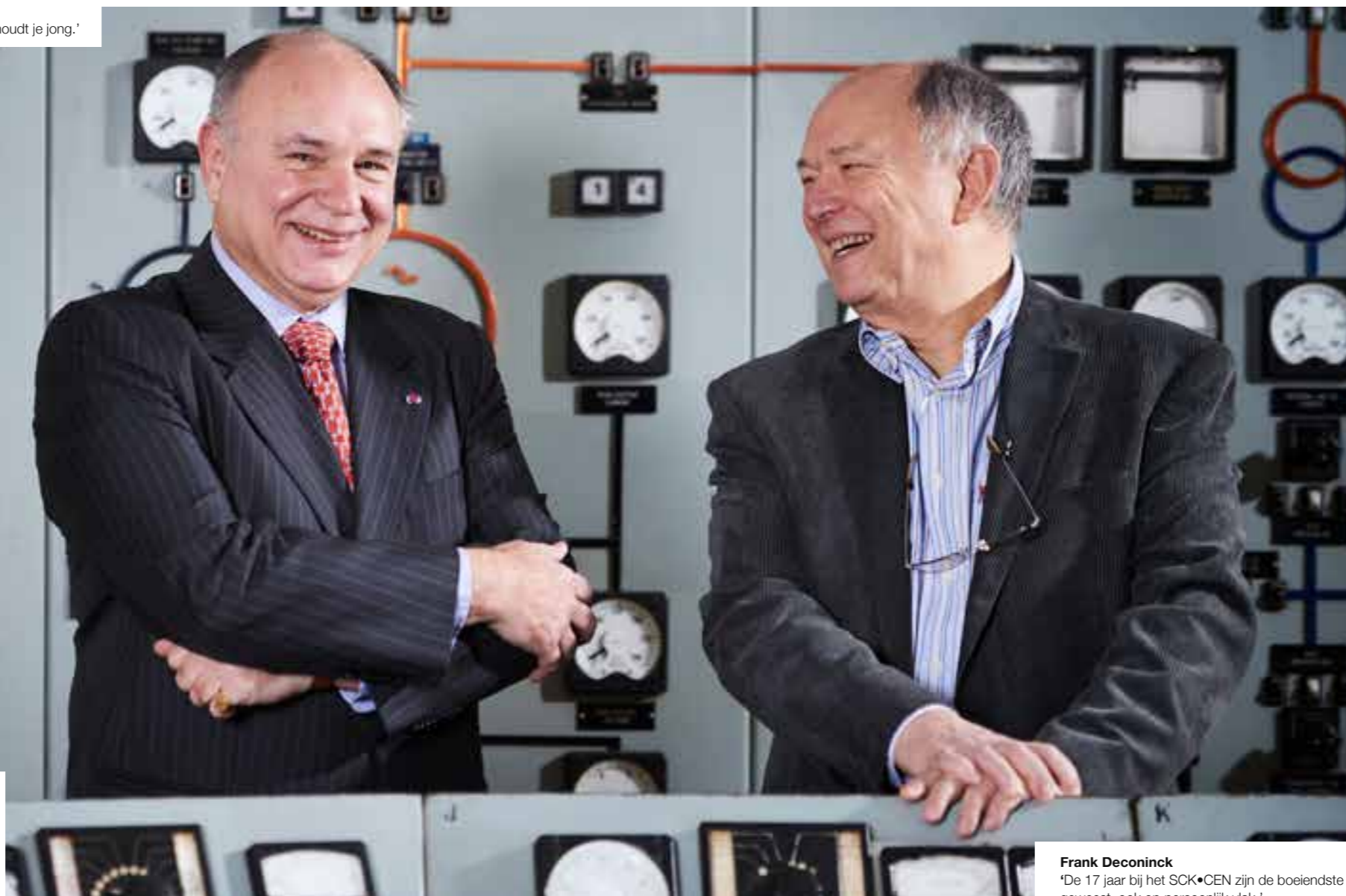
In welke mate kan een voorzitter zijn functie op een persoonlijke manier invullen?

Frank Deconinck: Ik heb het gevoel gehad dat ik het kon en ik hoop dat de anderen niet het gevoel hadden dat ik het niet deed. Wat ik bijvoorbeeld enorm belangrijk vond, was de sociale verankering. Toen de PISA-groep er gekomen is, rond menswetenschappen, waren er veel leden van de raad die niet overtuigd waren. Als ik geen voorzitter was geweest, zou die groep er wellicht nooit gekomen zijn.

Hebt u aan vrienden of kennissen moeten uitleggen waarom u voor de nucleaire sector koos?

Derrick Gosselin: Ik heb die vraag nog niet gekregen, maar ik beantwoord ze al vijf jaar. Je moet eens kijken naar de interviews die ik de voorbije jaren heb gegeven in het kader van de klimaatverandering en de energiepolitiek, waarin het nucleaire in de komende jaren

Derrick Gosselin
'Nieuwsgierigheid houdt je jong.'



Frank Deconinck
'De 17 jaar bij het SCK•CEN zijn de boeiendste geweest, ook op persoonlijk vlak.'

“ Een zwart gat?
Ik heb het nog
niet gevonden. ”

Professor Gosselin, u bent zowel thuis in de academische wereld, het bedrijfsleven als de politiek. Hebt u het gevoel dat het SCK•CEN nog steeds naar waarde geschat wordt?

Derrick Gosselin: We zijn het grootste federale onderzoekscentrum van het land. Het feit dat je middelen krijgt om MYRRHA te realiseren, daarvoor moet je politieke steun en draagvlak hebben. Anders lukt dat niet. Er zijn duidelijk mensen die de visie en de intelligentie hebben om te zeggen; er is enerzijds het wetenschappelijk onderzoek rond het toepassen van kernwetenschappen en anderzijds de debatten rond de energiepolitiek. Ik denk dat we deze debatten duidelijk moeten scheiden. Voor mij is het SCK•CEN bijvoorbeeld één van de centra die het pad effenen voor kernfusie. Als we die stappen nu niet zetten, door bijvoorbeeld het onderzoek dat we doen voor MYRRHA, dan gaan we misschien die instap missen. Nucleair onderzoek is iets dat minstens om een vijftigjarige visie vraagt en gelukkig hebben we mensen in België die deze visie hebben en verdedigen.

Daarna is het er niet meer van gekomen. Voorzitter kunnen worden van het SCK•CEN is voor mij echt een droom die uitkomt.

Is dit het juiste moment om de fakkel door te geven?

Frank Deconinck: Normaal hadden we drie jaar geleden vervangen moeten worden. Ik heb destijds een brief geschreven aan de politieke overheid om te zeggen dat een voorzitter van een onderzoekscentrum iemand moet zijn die in het onderzoek staat of in het actieve leven. Ik had mijn pensioengrens bereikt. Ik heb toen ook duidelijk gemaakt dat als er mij gevraagd zou worden om opnieuw voorzitter te zijn, ik ontslag zou nemen na drie jaar. Dat is nu. Ten tweede heb ik voorgesteld de helft van de raad te vervangen zodat er continuïteit is, en er moesten voor mij meer vrouwen in. Ze hebben geluisterd.

zeker op wereldvlak een belangrijke rol gaat spelen. De grote problematiek is voor mij, en dat is typisch voor complexe vraagstukken, dat we er één vector uithalen, bijvoorbeeld de hernieuwbare energieën, en dat we dan denken dat we daarmee het hele probleem gaan oplossen. Dat is niet het geval. Je hebt een mix, een balans en flexibiliteit nodig. Dat betekent dat je continu die openheid van wetenschappelijk onderzoek nodig hebt, precies omdat je niet weet wat er aan het gebeuren is. Ik ben gespecialiseerd in toekomstverkenning maar ik ben de eerste om te zeggen dat we de toekomst niet kunnen voorspellen. Vandaar dat het ook zo belangrijk is dat je er continu mee bezig bent en continu nieuwe informatie in rekening brengt bij het nemen van beslissingen.

U doet in Oxford onderzoek rond toekomstverkenning, maar ook complexe systemen, turbulente omgevingen ...

U leek wel voorbestemd om voorzitter van het SCK•CEN te worden?

Derrick Gosselin: Ik was vier jaar toen ik naar de wereldtentoonstelling ging waar hét symbool het nucleaire was. Toen ik tien à twaalf jaar was, was mijn droom in een nucleaire centrale te gaan werken. Nucleair in het algemeen was in die tijd dé toekomst en dé plaats voor iedere jongere met interesse voor techniek. Tijdens mijn studies burgerlijk ingenieur — gestart als natuurkundig ingenieur en beëindigd als elektrotechnisch ingenieur — was fysica, en in het bijzonder kernfysica, mijn lievelingsvak. Mijn bedoeling was daarna voor nucleair ingenieur te gaan studeren maar ik heb me laten overtuigen om eerst economie te volgen.

Hebt u het gevoel dat het SCK•CEN op dit moment op een kruispunt staat?

Frank Deconinck: Ik zou het geen kruispunt noemen waar je nog een aantal wegen kan uitgaan. Ik zou het eerder een aantal hindernissen noemen die we moeten nemen. Ik denk dat we op wetenschappelijk vlak heel goed weten welke richting we willen uitgaan. MYRRHA toont duidelijk de weg. Gaan we het geld krijgen? Dat hangt niet altijd van ons af. Maar een kruispunt impliceert dat je nog een totaal andere weg kan inslaan. Ik denk dat we eigenlijk een heel mooi zicht hebben op de richting.

Derrick Gosselin: Het is inderdaad geen kruispunt. Ik denk dat er een aantal cruciale fases gaan zijn waardoor we veel belangrijker of minder belangrijk gaan worden, afhankelijk van de politieke ondersteuning om sneller, meer of net minder te financieren. Dat zijn de nuances.

Het is wellicht nog wat voorbarig, maar u gaat als voorzitter allicht andere accenten leggen, al was het maar door uw achtergrond als strategie- en marketingspecialist?

Derrick Gosselin: Ik ben meer gespecialiseerd in internationale marketing en strategie van innovaties en technologie. In essentie zorgt marketing ervoor dat je — door uitwisseling — aan een behoefte voldoet op een manier dat alle partijen hun doelstellingen realiseren. Vanuit 'politieke marketing' bekeken, als ik dat zo mag noemen, is het zo dat je alles goed op orde moet hebben; je netwerk, je allianties, je stakeholdermanagement, je politieke boodschap, je sociale verankering, je overtuigingskracht, je maatschappelijke meerwaarde ... Het moet allemaal goed zitten. Anders ga je

Op 18 december 2013 kwam het Wetenschappelijk Adviescollege (WAC) voor het eerst samen op het SCK•CEN.



Van links naar rechts: **Pierre D'Hondt, Ann Cuypers, Gustaaf Van Tendeloo, Alex Mueller, Frank Deconinck, Thomas Pardoën, Chris Huyskens, Pierre-Etienne Labeau, Michel Giot, Eric van Walle.**
Ontbreekt op de foto: **Koen Binnemans.**

geen verdere steun krijgen voor je investeringen. Deze inzichten zullen wellicht zeer bruikbaar zijn in het verder uitbouwen van het MYRRHA-project. Ik denk ook dat er nu reeds een sterke behoefte bestaat voor oplossingen voor de klimaatsverandering. Met de fossiele brandstoffen zijn we momenteel de basisgrondstof voor meer dan 7000 producten gewoon aan het opstoken. Dat is niet verstandig. We zitten aan het niveau van CO₂-uitstoot waarvan we tien jaar geleden zeiden: 'Als we daar geraken, zitten we met 3-4 °C temperatuurstijging'. We zitten eraan en het stijgt nog! We gaan een periode tegemoet waarin we nucleaire technologie nog nodig gaan hebben. Het probleem zit niet in de lange termijn maar



Raad van bestuur

Van links naar rechts: **Catherine Spect** (secretaris), **Geert Van Autenboer** (waarnemer), **Frans Geerts** (waarnemer), **Sigrid Jourdain** (afgevaardigd bestuurder), **Didier Hellin** (vice-voorzitter), **Frank Deconinck** (ere-bestuurder), **Georges Deneff**, **Eric van Walle** (directeur-generaal), **Raf Suys**, **Derrick Gosselin** (voorzitter), **Didier De Buyst**, **André Jaumotte** (ere-bestuurder), **Cis Schepens**, **Tessa Geudens** (regeringscommissaris), **Michel Giot**, **Tine Baelmans**, **Katrien Kimpe**, **Nele Geudens**, **Fabrice Carton** (regeringscommissaris), **Patrick Lansens** (vice-voorzitter).
Ontbreken op de foto: **Willy Legros** en **Redy de Leege** (waarnemer).

in de overgang naar hernieuwbare energie. We zijn in België altijd één van de voorlopers geweest inzake nucleaire technologie. Het zou bijzonder jammer zijn die kennis te verliezen door niet te blijven investeren op langere termijn.

De laatste vraag is voor de afscheidnemende voorzitter. Hoe groot gaat het spreekwoordelijke zwarte gat zijn na 17 jaar?

Frank Deconinck: Ik heb het in elk geval nog niet gevonden. Ik ga niet spreken over mijn activiteiten op het Centrum. Dat zal afhangen van wat de toekomst brengt. Maar ik ben nog actief in hadrontherapie. Dat is therapie met zware deeltjes. Daarnaast zit ik in Frankrijk in de *Commission Nationale d'Evaluation* die de activiteiten evalueert van het CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), van ANDRA — het Franse

NIRAS — en van het CNRS (Centre national de la recherche scientifique). Ik ben nog zes jaar lid van die commissie en dat is vreselijk interessant. Dus, er is nog geen zwart gat. In ieder geval is het zo dat die 17 jaar bij het SCK•CEN de boeiendste geweest zijn, niet alleen op wetenschappelijk, maar ook op persoonlijk vlak. Het is evident dat ik af en toe eens zal langslopen in Mol.

Derrick Gosselin: Je bent altijd welkom. Je bent ook erelid van de raad van bestuur. En dat is voor de rest van je leven. De nieuwsgierigheid houdt je jong. We hebben een enorm bevoorrechte positie dat we dat kunnen meemaken, dat we aan het voorfront staan van een van de meest boeiende onderzoeken van de komende jaren. Wie heeft dat geluk en voorrecht?

Frank Deconinck: Absoluut.



Grens-
verleggend
onderzoek



5920

analyses op stalen van voedsel, voeder en de omgeving



Frank Hardeman

Instituutdirecteur Milieu, Gezondheid en Veiligheid

In de duizenden stalen uit de omgeving en onze voedselketen vinden we zeer dikwijls radioactiviteit. Maar deze is bijna uitsluitend van natuurlijke oorsprong. Uranium, thorium en vooral kalium komen zowat overal voor en ook de zon zorgt voor productie van radioactieve stoffen in de lucht. Soms kunnen we radioactieve stoffen van menselijke oorsprong detecteren. Bij normale uitbating van installaties en bij correct gebruik in geneeskunde of industrie zijn de risico's evenwel verwaarloosbaar.

“Ik wist niet dat ik hier zoveel kon leren,”

Specialisten in stralingsbescherming bundelen de krachten in Horizon 2020



Interview met **Frank Hardeman**, Instituutdirecteur Milieu, Gezondheid en Veiligheid en **Nathalie Impens**, Radiobiologie

Mede onder impuls van het SCK•CEN gaan de verschillende disciplines in stralingsbescherming voor het eerst structureel samenwerken voor onderzoek, onderwijs en opleiding. Dat is een van de hoofdthema's waarin vooruitgang is geboekt tijdens de MELODI-workshop die in 2013 in Brussel plaatsvond. Strategische onderzoeksagenda's worden opgesteld en prioriteiten vastgelegd, ter voorbereiding van het Europese onderzoeksprogramma binnen *Horizon 2020*.

in een aantal wetenschappelijke disciplines en sommige groepen stelden eigen agenda's voor strategisch onderzoek op. Mooi, maar de Europese Commissie vroeg al die initiatieven beter te stroomlijnen. Dat gebeurde onder impuls van het SCK•CEN en enkele buitenlandse vooraanstaande onderzoeksinstituten.

Is de aanpak binnen het programma Horizon 2020 dan zo verschillend?

Nathalie Impens: Ja, vroeger waren er zeven opeenvolgende Europese kaderprogramma's die nu eens tot doel hadden om het onderzoekslandschap vorm te geven door samenwerking binnen Europa te bevorderen, dan weer om de competitiviteit te verhogen. In het zevende kaderprogramma werden middelen voornamelijk besteed aan thematische onderzoeksprojecten binnen één discipline. De kaderprogramma's, die ervoor gezorgd hebben dat er binnen de vakgebieden een voldoende grote kritische massa is ontstaan in het Europese onderzoekslandschap, maken het mogelijk om een stapje verder te gaan naar integratie van het onderzoek. *Horizon 2020* zal nu de vakgebieden combineren en eerder uitgaan van maatschappelijke vraagstukken.

We zijn op een punt gekomen dat men het onderzoek beter kan oriënteren om vragen die in onze samenleving heersen, te beantwoorden. We zoeken antwoorden op vragen zoals: 'Wat is

Was het wetenschappelijke speelveld van de stralingsbescherming in het verleden zo heterogeen?

Frank Hardeman: Vroeger was het onderzoek naar stralingsbescherming sterk projectgeoriënteerd. Het ontbrak aan een wereldwijde visie op wat in het onderzoek prioritair én mogelijk is. Ook waren er niet voldoende mogelijkheden voor samenwerking en aanvullend onderzoek. Toch voelde je in het recente verleden dat er verandering in kwam: binnen een aantal domeinen ging men samenwerken, er ontstonden netwerken



Werner Rühm (DE, voorzitter EURADOS), **Frank Hardeman** (SCK·CEN, voorzitter ALLIANCE), **Thierry Schneider** (FR, voorzitter NERIS), **Nathalie Impens** (SCK·CEN, secretaris MELODI), **Jacques Repussard** (FR, voorzitter MELODI), **Filip Vanhavere** (SCK·CEN, vice-voorzitter EURADOS), **Bruno Schmitz** (Europese Commissie), **Michel Hugon** (Europese Commissie), **André Jouve** (Europese Commissie).

ONDERZOEK NAAR STRALINGSBESCHERMING



WAT?

Stralingsbescherming wil de blootstelling van mens en milieu aan ioniserende straling beheeren. Het directe doel bestaat erin acute beschadiging te voorkomen en het gezondheidsrisico op lange termijn te beperken tot een aanvaardbaar niveau.

WAAR?

In het onderzoek naar stralingsbescherming zijn er vier vakgebieden:

- 1 Radio-ecologie: het gedrag van radioactieve producten in het milieu en hun impact op mens en natuur.
- 2 De voorbereiding op en het beheer van noodsituaties na ongevallen.
- 3 De studie van en het onderzoek naar het effect op de mens van ioniserende straling in lage dosis (afkomstig uit milieu, ongevallen en medische behandelingen).
- 4 Dosimetrie in bedrijfsmatige, medische of ecologische context.



WIE?

In Europa worden deze belangrijke gebieden behandeld door vier verenigingen, respectievelijk European Radioecology ALLIANCE, NERIS, MELODI en EURADOS. Hun expertise is gebaseerd op een breed scala aan wetenschappelijke disciplines. Sommige disciplines zijn nodig in twee of meer vakgebieden van de stralingsbescherming.

HOE?

Samenwerken tussen de vier verenigingen is perfect mogelijk. Genetica komt ter sprake in zowel radio-ecologie als lagedosisonderzoek. Meteorologie is een belangrijke discipline in de radio-ecologie en de voorbereiding op noodsituaties. Er zijn heel wat verbanden tussen de vakgebieden. Door de krachten te bundelen zal er een grote synergie ontstaan. Het komt er nu op aan de expertises, de complementariteit en de gemeenschappelijke uitdagingen in kaart te brengen.



nu precies de invloed van straling en hoe kunnen we hier verantwoord mee omgaan?' of 'Welke dosislimieten zijn maatschappelijk verantwoord en aanvaardbaar?' Om die vragen te beantwoorden, moet men niet alleen een beroep doen op de exacte, maar ook op de humane wetenschappen. Ook dat is een van de nieuwe doelstellingen binnen *Horizon 2020*. Europa kiest hiermee resoluut voor een geïntegreerde aanpak. Vandaar ook de naamswijziging van kaderprogramma's naar *Horizon 2020*.

Er zijn in Europa veel verenigingen actief in het onderzoek naar stralingsbescherming. Alle neuzen moeten in dezelfde richting. Welke rol speelt het SCK·CEN daarin?

Frank Hardeman: In de vier belangrijkste verenigingen heeft het SCK·CEN een leidinggevende rol, ook al zitten er grotere instituten in. Door onze positie in die verenigingen hebben we een duwtje in de 'nieuwe' richting gegeven. We geloven trouwens zelf dat het nodig is om samen te werken en tot doelgerichte onderzoeksprogramma's te komen. Alleen zo komen de inspanningen optimaal ten goede van mens en milieu, bijvoorbeeld van de patiënt die bestraald wordt. In de MELODI-workshop kwam de nood aan samenwerking sterk naar voren. Iedereen hoopt dat we ons nu in een overgangperiode bevinden; zodra we helemaal gestructureerd zijn, kan de aandacht weer volop naar onderzoek gaan.

Wat was het verschil van die MELODI-workshop in 2013 als je vergelijkt met vroeger?

Nathalie Impens: De workshop was oorspronkelijk alleen gericht op onderzoek naar het effect van een lage dosis ioniserende straling op de mens. In oktober 2013 hebben we in Brussel de vijfde MELODI-workshop gehouden en we zijn erin geslaagd de grenzen van de vakgebieden te overschrijden zodat kennis beter gedeeld kan worden. Dat paste perfect in de Europese doelstelling. Er is flink gebrainstormd over de gemeenschappelijke uitdagingen en de mogelijke synergieën. Het mooiste moment van de workshop was wanneer wetenschappers uit verschillende disciplines ons kwamen zeggen: 'Ik wist niet dat ik hier zoveel kon leren.'

Er is een intentieverklaring ondertekend tussen de vier belangrijkste verenigingen. Wat is nu de verdere rol van het SCK•CEN?

Nathalie Impens: De deelnemende verenigingen hebben elk een agenda voor strategisch onderzoek in hun vakgebied vastgelegd als startpunt voor een gezamenlijk onderzoeksprogramma in *Horizon 2020*. Het SCK•CEN heeft een coördinerende rol in het samenbrengen van deze agenda's en het zoeken naar onontgonnen, complementaire onderzoeksgebieden. Hierin kunnen de experts uit de verschillende vakgebieden (zie pagina 18) van elkaar leren en het onderzoek naar een hoger, interdisciplinair niveau brengen. Dit moet ons dichterbij een antwoord brengen op de maatschappelijke vraagstukken. Het einddoel is het opstellen van een gezamenlijke roadmap voor wat we in de toekomst gaan doen. MELODI is de drijvende kracht voor de coördinatie van het geheel. Daardoor krijgen we heel wat werk.



Het *Memorandum of Understanding* tussen de platformen European Radioecology ALLIANCE, NERIS, MELODI en EURADOS werd ondertekend door (van links naar rechts) Frank Hardeman (voorzitter ALLIANCE), Thierry Schneider (voorzitter NERIS), Jacques Repusard (voorzitter MELODI) en Filip Vanhavere in naam van Helmut Schuhmacher (voorzitter EURADOS), in aanwezigheid van Bruno Schmitz (hoofd afdeling K4 'Kernsplijting', Directoraat-generaal Onderzoek en Innovatie).



VOORUITGANG DANKZIJ INTEGRATIE

De MELODI-workshop toonde duidelijk aan dat integratie een sleutelfactor is om het wetenschappelijk onderzoek vooruit te sturen. Dit wordt geïllustreerd door twee voorbeelden van methodes om het effect van ioniserende straling in lage dosis op cellen en levende wezens te bestuderen.

3D IN-VITROMODELLEN

Vele decennia lang waren onderzoekers gelimiteerd tot de studie van enkelvoudige celtypes in eenlagige culturen. Dit is echter een beperkte voorstelling van de reële situatie van bestraalde cellen. Zo ontbreekt bijvoorbeeld het effect van de omliggende cellen. Driedimensionale celstructuren behouden de kenmerken van het weefsel in vivo. Daardoor maken driedimensionale in-vitromodellen het mogelijk cel-tot-celcommunicatie en andere interacties te bestuderen.

GEÏNTEGREERDE STUDIES OP DIEREN TIJDENS HUN LEVENSLIJP

Driedimensionale celculturen in vitro kunnen waardevolle informatie onthullen. Toch zullen in-vivostudies belangrijk blijven om effecten op levende wezens als één ingewikkeld systeem te bestuderen, en dit gedurende een ganse levensloop. In-vivostudies zijn bovendien de enige manier om transgeneratieve effecten te bestuderen. Een uitstekend ontwerp van levensduurstudies werd tijdens de MELODI-workshop gepresenteerd waarin verschillende doelen in hetzelfde onderzoek geïntegreerd zijn, zoals cataract, cognitieve en cardiovasculaire effecten. Zo'n aanpak verlaagt het aantal proefdieren en geeft de complexiteit van de effecten op levende organismen weer.

BELANGRIJKSTE PROJECTEN

COMET

COMET (COordination and iMplementation of a pan-European instrumenT for radioecology) is gericht op de versterking en integratie van de radio-ecologische onderzoeksgemeenschap en het opzetten van een gezamenlijk programma in nauwe samenwerking met ALLIANCE. COMET werkt verder aan de identificatie en uitvoering van complementaire onderzoeksthema's, enerzijds tussen radio-ecologie en voorbereiding op noodsituaties en anderzijds tussen radio-ecologie en lagedosisonderzoek. Hildegard Vandenhove van het SCK•CEN is coördinator, met medewerking van Nathalie Impens.

OPERRA

OPERRA (Open Project for the European Radiation Research Area) wil de nodige structuren opzetten om de Europese langetermijnonderzoeksprogramma's in stralingsbescherming te beheren. Het initiatief daartoe komt vanuit MELODI. Er zijn raakpunten met radio-ecologie, de voorbereiding op noodsituaties en dosimetrie. Nathalie Impens en Frank Hardeman coördineren het onderdeel van dit project dat streeft naar meer samenwerking tussen de diverse vakgebieden in de stralingsbescherming: 'We gaan op zoek naar de belangrijke partners voor onderzoek, onderwijs en opleiding in stralingsbescherming. Ook leggen we een gezamenlijk onderzoeksprogramma vast.'

Beide projecten zijn de wegvoorbereiders naar het *Horizon 2020*-programma en hebben een looptijd van vier jaar. Op 16 december 2013 hebben OPERRA en COMET *research calls* gepubliceerd. Bij OPERRA gaat het nog louter over lagedosisonderzoek, terwijl COMET de intentie heeft om onderzoeksonderwerpen in radio-ecologie, voorbereiding op noodsituaties en lage dosis samen te brengen.

Meet wat je eet!

Bewaking van radioactiviteit in de voedselketen

Weet u dat sinds 2013 bij de export van veevoederproducten naar Wit-Rusland aangetoond moet worden dat de totale bèta-activiteit lager is dan 600 Becquerel per kilo? En dat het SCK•CEN de controles daarvoor uitvoert in opdracht van de Belgische beroepsvereniging van mengvoederfabrikanten? Het is een van de vele onderzoeken die het SCK•CEN doet naar radioactiviteit in de voedselketen.

De laboratoria voor lage-radioactiviteitsmetingen (LRM) van het SCK•CEN bieden een breed gamma onderzoeken aan naar de radioactiviteit in voedsel. Dat gebeurt al jaren in opdracht van zowel het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) als het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV). De criteria voor de controle van voedsel en voeder op radioactiviteit zijn vooral ontstaan na de kernramp van Tsjernobyl in 1986. In dat

jaar stelde de Europese Commissie de eerste regelgeving op die de maximum toegestane radioactiviteitsniveaus in verschillende geïmporteerde voedselproducten vastlegt.

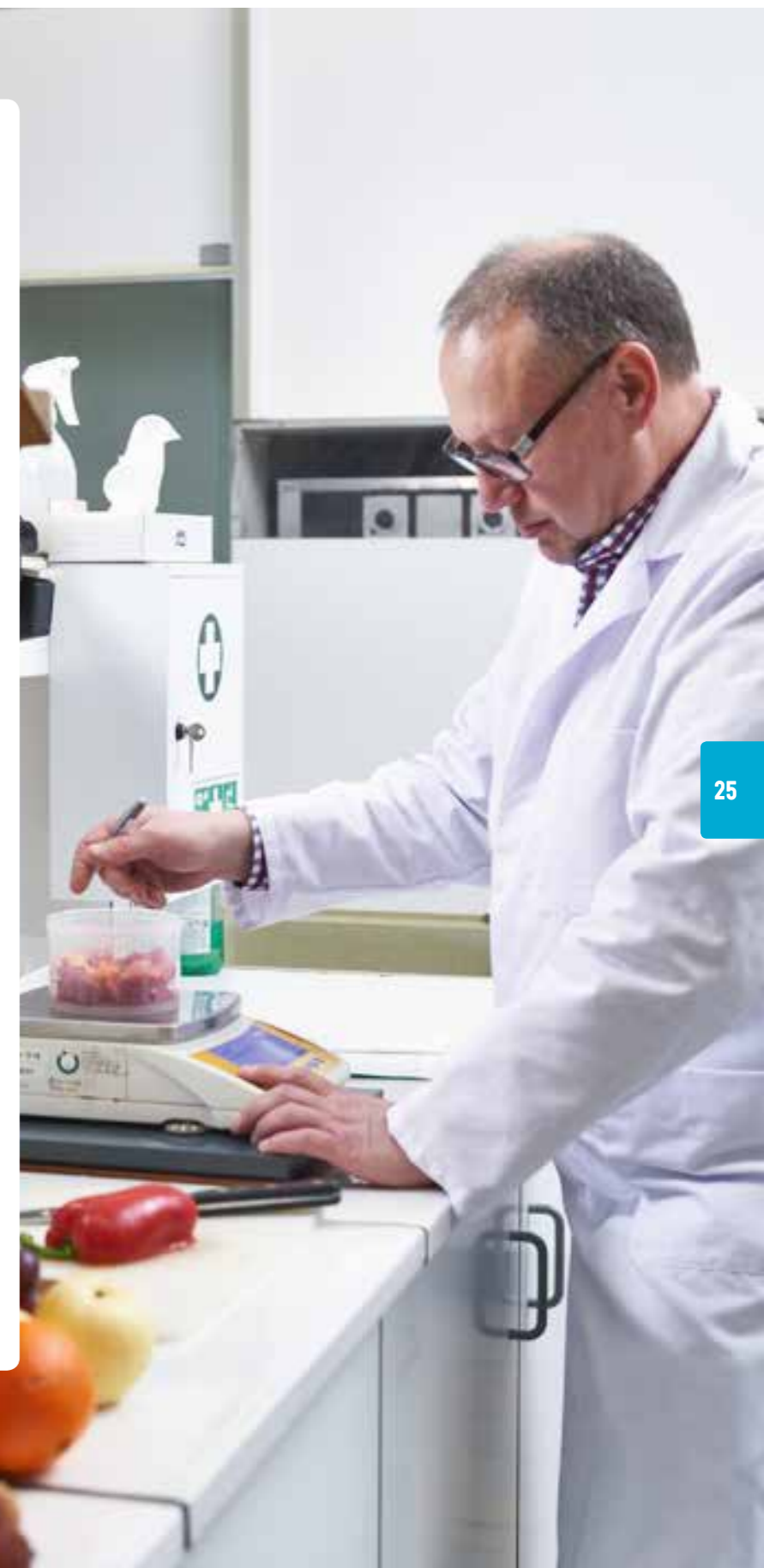
Snel evoluerende wetgeving

Vandaag, bijna 30 jaar na deze kernramp, is er nog steeds een post-Tsjernobyl regelgeving van toepassing op de import van bepaalde voedselproducten. Ook het ongeval in Fukushima

in 2011 heeft geleid tot nieuwe richtlijnen voor de voedselcontrole op producten die uit Japan worden ingevoerd. Nucleaire ongevallen zoals Tsjernobyl en Fukushima laten hun sporen na op de toegelaten niveaus voor radioactiviteit die Europa en individuele landen in hun wetgeving vastleggen. Wat vandaag toegelaten is, kan morgen alweer voorbijgestreefd zijn. De regels worden immers bepaald door veiligheidsoverwegingen, maar ook door politieke en economische motieven. En dan zijn er nog grote verschillen tussen de voedselsoorten zelf: sommige producten hebben de eigenschap radioactiviteit te accumuleren, bijvoorbeeld paddenstoelen en rode bessen; en dat geldt ook voor de dieren die ervan eten.

Exportcontroles

Naast de controlemetingen in opdracht van de overheid, leveren de laboratoria ook veel diensten aan derden. Vaak krijgen bedrijven voorwaarden opgelegd door de overheid. Ze vinden in het SCK•CEN een partner om radioactiviteitsmetingen uit te voeren. Het gaat meestal om voedselproducten die gecontroleerd moeten worden in het kader van certificatie voor de export. De criteria voor deze controles kunnen heel specifiek zijn. Zo moest in 2013 bij de export van veevoederproducten naar Wit-Rusland aangetoond worden dat de totale bèta-activiteit lager is dan 600 Bq/kg. De Belgische Beroepsvereniging van Mengvoederfabrikanten (BEMEFA) nam het initiatief om voor zijn leden de radioactiviteit in mengvoeders in kaart te brengen, zodat controle in de toekomst vereenvoudigd kan worden. BEMEFA sloot hiervoor een contract af met het SCK•CEN. Niet oninteressant als u weet dat de vereniging zo'n 170 fabrikanten telt die 99 % van de nationale productie vertegenwoordigen. Wit-Rusland is op dit ogenblik de enige staat die dergelijke exportcontroles vereist. Omdat de laboratoria een relatief grote capaciteit aan detectoren en meetapparatuur hebben, kon het SCK•CEN flexibel op deze vraag inspelen. Dat is belangrijk, want de vlotte export van Belgische veevoederproducten hangt af van deskundige radioactiviteitsmetingen.



Drinkwater controleren

Er is niet alleen de controle van voedsel, het is ook erg belangrijk drinkwater van goede kwaliteit te hebben. Eind 2013 werd de herziene Europese drinkwater-directieve gepubliceerd, een regelgeving die al een tijdje in voorbereiding was. Elke lidstaat heeft twee jaar de tijd om de directieve concreet te implementeren; ze bepaalt welke controles op radioactiviteit uitgevoerd moeten worden op drinkwater. Het FANC coördineert de uitwerking van de richtlijnen voor België. Deze taak zal tal van extra analyses met zich meebrengen.

De implementatie van de directieve gebeurt in twee fasen. In een eerste fase ondergaan alle bronnen van drinkwater een diepgaande analyse. In een tweede fase kunnen de periodieke controles gebaseerd worden op de zogenoemde screeningstechnieken; die maken gebruik van alfa- en bèta-globaal-metingen waarvoor bovengrenzen vastliggen. Tonen de metingen aan dat de grenswaarden niet overschreden zijn? Dan zijn er geen verdere nuclidespecifieke analyses nodig. Zijn de screening-waarden wel overschreden, dan wordt via beslissingsdiagrammen nagegaan welke bijkomende testen nodig zijn.

Sluitende garantie

De controle via screening biedt niet in alle gevallen een 100 procent sluitende garantie dat de totale indicatieve dosis (dit is de fundamenteel te controleren parameter) de grenswaarde niet overschrijdt. Dat is bijvoorbeeld zo bij een bron met een nog niet bekende watersoort. Het is dan nodig de screening te combineren met een zekere voorkennis van de radiologische eigenschappen van het drinkwater.

Deze voorkennis zal verzameld worden in fase 1 waarin het drinkwater getest wordt op de aanwezigheid van een hele reeks specifieke nucliden. De gerichte en complexe analyses peilen naar radionucliden die zowel van natuurlijke oorsprong als van menselijke oorsprong kunnen zijn. Om al die analyses uit te voeren, is er behoefte aan bepaalde aangepaste meetmethoden die een nuclidespecifieke meetgevoeligheid hebben. Ook zal het nodig zijn om efficiënt en snel te meten als er een grote hoeveelheid stalen gecontroleerd moet worden.

Gammaspectrometrie

De controle van voedsel op radioactiviteit gebeurt vooral via gammaspectrometrie. Deze techniek heeft geen complexe staalbehandeling nodig en ze maakt het mogelijk veel radioactieve producten te detecteren en hun radioactiviteit relatief snel te bepalen. Het meten van radioactiviteit in voedselstalen in de laboratoria voor lage-radioactiviteitsmetingen situeert zich vooral binnen verschillende programma's van de Belgische agentschappen FAVV en FANC. Meestal worden stalen naar het SCK•CEN gebracht maar in bepaalde gevallen gaan de medewerkers van de laboratoria ook ter plaatse om de stalen te nemen.

Het FAVV stelt jaarlijks een programma op voor de staalname van voedselstalen op Belgische bodem, aangevuld met stalen afkomstig van import. Het FANC coördineert dan weer het Belgische radiologisch toezichtsprogramma waarin ook een



“ Vaak krijgen bedrijven voorwaarden opgelegd door de overheid. Ze vinden in het SCK•CEN een partner om radio-activiteitsmetingen uit te voeren. ”

nemingen. Zijn er algemene trends die aanwijzen dat kortere doorstroomtijden gewenst zijn en dat detectielimieten zo laag mogelijk moeten blijven? Dan speelt het SCK•CEN daarop in om zijn dienstverlening concurrentieel te houden. Daarom loopt er ook onderzoek naar nieuwe en snellere meetmethoden.

Sneller en minder arbeidsintensief

Meer specifiek onderzoekt het labo voor lage-radioactiviteitsmetingen hoe de radionucliden radon-222 en radium-226 in drinkwater sneller en met minder arbeidsintensieve technieken bepaald kunnen worden. Verder wordt er gewerkt aan methoden om de radionucliden actinium-228 en lood-210 te bepalen met voldoende gevoeligheid en aan snelle meetmethoden om onder meer strontium-90 te bepalen in melk en voedselproducten.

reeks controles op voedsel en drinkwater opgenomen zijn. Het SCK•CEN voert deze analyses uit sinds heel wat jaren en heeft hiervoor ook de nodige erkenningen, die onder andere berusten op een accreditatie (ISO 17025, verleend door BELAC) van de meetmethoden.

Onderzoek naar snellere meetmethoden

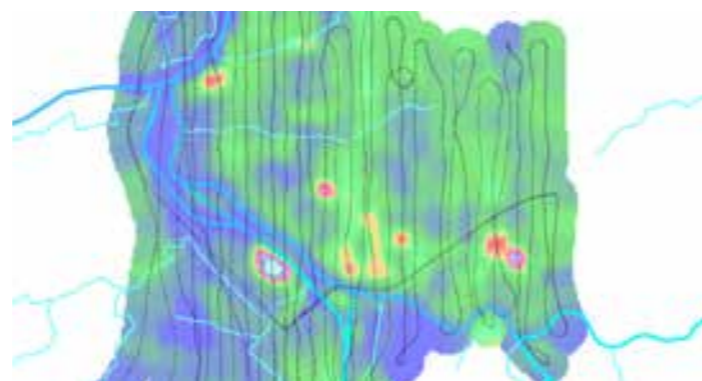
Naast de controles van radioactiviteit in voedsel worden in het laboratorium voor neutronenactiveringsanalyse controles uitgevoerd op voedseladditieven. De laboranten controleren of de concentratie aan bepaalde elementen (bijvoorbeeld selenium en jodium) conform de waarden is die door de fabrikant van de producten opgegeven zijn. De controles bestaan vooral uit routi-

Snelle meetmethoden zijn in het bijzonder noodzakelijk voor voedselcontroles kort na een nucleair incident. Er moet dan snel beslist worden of mensen een bepaald soort voedsel al dan niet veilig kunnen consumeren. In die optiek nemen de laboratoria ook deel aan de noodplanoefeningen waarin de staalname van bijvoorbeeld bladgroente en de bijbehorende labo-analyse getest worden in omstandigheden zoals bij een nucleair incident.

Beter detecteren voor een veilige wereld

Nieuwe ontwikkelingen bieden klare kijk op radioactiviteit

Wil je nucleaire crisissen beheersen en de maatschappij efficiënt ondersteunen, dan moet je in staat zijn de radioactiviteit snel en nauwkeurig te meten. Het SCK•CEN draagt daartoe bij door technieken te ontwikkelen om radioactiviteit beter te detecteren. Twee voorbeelden die nauw bij elkaar aansluiten: radioactiviteit in een groot gebied opmeten en de ruis van xenon op metingen filteren.



Na een nucleair ongeval is het nodig de radioactiviteit in een groot gebied snel te bepalen. Als partner van de overheid voor nucleaire noodplanning kreeg het SCK•CEN daartoe van het ministerie van Binnenlandse Zaken de instrumenten om radioactief besmette gebieden vanuit de lucht met een helikopter te meten.

Na het ongeval in Fukushima werden er op korte tijd zulke grootschalige metingen uitgevoerd. Het SCK•CEN kwam toen tot het besef dat gegevens van het *International Monitoring System (IMS)* van de *preparatory commission of the Comprehensive nuclear Test-Ban Treaty Organization (CTBTO)*, een systeem voor het opsporen van kernproeven, ook een belangrijke meerwaarde kunnen hebben voor nucleaire noodplanning.

Daarom nam het Studiecentrum samen met het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) en het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) het initiatief om een Nationaal Data Centrum op te starten. Het doel ervan is de gegevens van het IMS te analyseren en de Belgische autoriteiten te adviseren. Een mooie combinatie van twee thema's: organiseren van nucleaire noodplanning en bijdragen aan een kernwapenvrije wereld.

Gammaspectrometrie vanuit de lucht

Voor het meten van grote besmette gebieden is het belangrijk een grote detectiegevoeligheid in een korte meettijd te hebben. Dan kan de apparatuur in een helikopter snel een groot gebied onderzoeken. Het SCK•CEN gebruikt detectoren met een groot volume (4 detectoren van elk 4 liter thalliumgedopeerd natriumjodidekristal). Ze verzamelen in enkele seconden voldoende statistische gegevens om de besmetting te bepalen, zowel de identificatie van radionucliden als de bepaling van hun hoeveelheid. Deze techniek wordt *aerial gamma spectrometry (AGS)* genoemd.

Functioneert de apparatuur wel in een helikopter? Worden de verworven data juist geïnterpreteerd? En hoe kun je die data het best ruimtelijk voorstellen? Dat waren de grote uitdagingen waar de onderzoekers voor stonden.

Gunstige test

Na een hele reeks testen en software-updates in samenwerking met de fabrikant van het AGS-systeem werd de apparatuur voldoende betrouwbaar geacht. Het SCK•CEN voerde in 2013 een eerste testvlucht met een helikopter uit. Voor de inbouw van de meetapparatuur in een helikopter van een privébedrijf was amper een kwartier nodig. Dat is belangrijk bij echte incidenten. Daarna werd de meetapparatuur in een drie uur durende vlucht over een gebied van 100 km² met beperkte historische besmetting getest. Ze bleek een sterke gevoeligheid te hebben zelfs in gebieden met een erg beperkte besmetting. Een gunstig resultaat!

De apparatuur is niet alleen interessant voor metingen na een nucleair ongeval. Ze kan ook haar waarde bewijzen bij radioactiviteitsmetingen in het leefmilieu om een betere kijk te krijgen op historische besmettingen. Zo werden tijdens de testvlucht een aantal niet eerder bekende historisch licht besmette gebieden gevonden.



© helicopterflights.be

“ Voor de inbouw van de meetapparatuur in een helikopter van een privébedrijf was amper een kwartier nodig – belangrijk bij echte incidenten. ”

Golvend terrein

De onderzoekers van het Studiecentrum zullen binnenkort tests uitvoeren om de invloed van de vlieghoogte op de resultaten beter te kunnen interpreteren. Ze bestuderen ook de invloed van een sterk golvend terrein op de resultaten. De teams van het *US Department of Energy* beschouwden het als een van de moeilijkste factoren bij de metingen van de besmetting in Japan na het ongeval in Fukushima. In België is die studie erg nuttig omdat de kerncentrale van Tihange gelegen is in de vallei van de Maas en omringd wordt door heuvelruggen. Daarnaast loopt er nog onderzoek naar de beste manier om de apparatuur in te zetten in noodsituaties en bij noodplanoefeningen.

Xenon is ruis

Goed meten van radioactiviteit bepaalt de prestaties van het *International Monitoring System*. Is het systeem in staat om een kernproef te detecteren? Dat hangt af van de gevoeligheid van de meetstations en de geografische verspreiding van de stations over het aardoppervlak. De belangrijkste indicator voor een onder- of bovengrondse kernproef is radioactief xenon. Maar er is een probleem: wereldwijd is de achtergrond van radioactief xenon als 'ruis' zodanig storend dat ze de gevoeligheid van het netwerk beperkt.

Het edelgas xenon is vooral afkomstig van een beperkt aantal producenten van medische radio-isotopen voor de nucleaire geneeskunde. Hun uitstoot van xenon verhindert een correcte meting. Is het dan mogelijk de uitstoot van radioactief xenon te beperken? Dat zou de gevoeligheid voor het detecteren van een kernproef sterk verhogen.

Filteren

Om een antwoord op die vraag te vinden, ging het SCK•CEN op zoek naar efficiënte methoden en materialen om radioactief xenon te filteren. Het project, dat gefinancierd wordt door de Europese Unie, ondersteunt de *Comprehensive nuclear Test-Ban Treaty Organization* (CTBTO). De onderzoekers van het SCK•CEN bouwen nu een prototype-installatie om een mogelijke reductie van de uitstoot van xenon te testen bij het Instituut voor Radio-elementen (IRE), een van de belangrijkste producenten van medische radio-isotopen. Het is een technologie die overal ter wereld nuttig kan zijn, zeker in buurlanden van mogendheden die overgaan tot ongeoorloofde nucleaire activiteiten.

Wereldwijde toepassing?

Is het project voor de reductie van xenonemissie een succes? Dan kan men denken aan een uitbreiding van de techniek naar verschillende producenten van medische isotopen wereldwijd. Het zou dan echt mogelijk zijn de wereldwijde xenonachtergrond te verminderen. De opgedane ervaring kan ook interessant zijn om de xenonmeetstations van het *International Monitoring System* zelf gevoeliger te maken, bijvoorbeeld door efficiënter radioactief xenon uit de lucht te vangen – wat vooral belangrijk is na een kernproef of een nucleair incident.



© CTBTO - Marianne Weiss

BESTE PRESENTATIE

Met de presentatie van dit project rond xenonemissie op de conferentie *Science and Technology* van CTBTO in Wenen, won het SCK•CEN de *EU-European Star Award 2013* voor de beste presentatie over een onderwerp dat de verificatie op kernproeven kan verbeteren..

Oppervlakteberging van laag- en middelactief kortlevend afval

Hoe veilig is de bergingsinstallatie in Dessel op lange termijn?

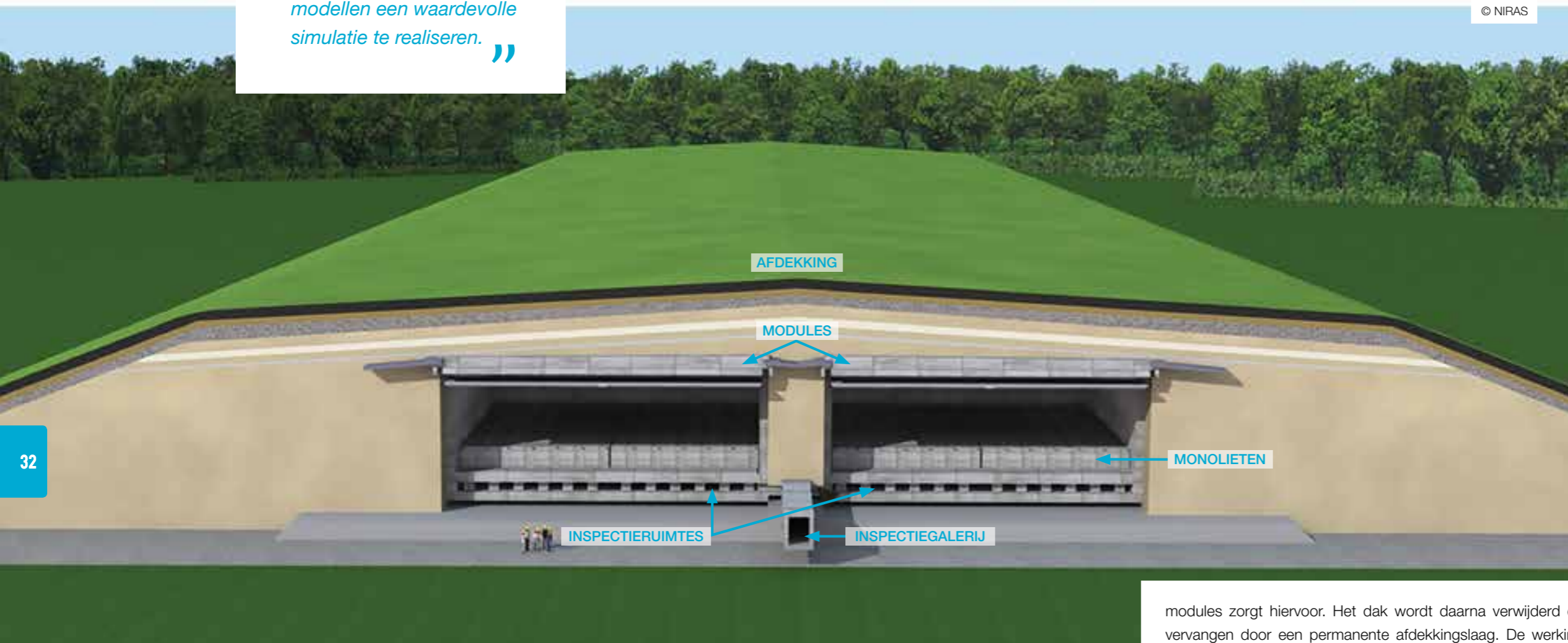
Op het grondgebied van de gemeente Dessel zal er een installatie voor de berging van laag- en middelactief kortlevend afval aan de oppervlakte verrijzen. De installatie zal bestaan uit 34 modules wat overeenkomt met een opslagvolume van ongeveer 70 000 m³. De afvalcontainers worden ingekapseld in een betonnen kist die met mortel opgevuld wordt. Van die blokken of monolieten passen er ongeveer 900 in elke module. Zo'n omvangrijke installatie kan er alleen komen na een even omvangrijke studie.

Op 23 juni 2006 besloot de regering om laag- en middelactief kortlevend afval – kortweg categorie A-afval – in België onder te brengen in een oppervlakteberging in Dessel. NIRAS, de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen, moet een veiligheidsstudie aan het Federale Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) voorleggen om een bouw- en exploitatievergunning te verkrijgen. Het spreekt voor zich dat veiligheid de belangrijkste eis is om een dergelijke installatie te plannen en bouwen. Een team onderzoekers van het SCK•CEN werkt mee aan de evaluatie van de lange-termijnveiligheid en de wetenschappelijke onderbouwing van deze evaluatie.



“Niemand kan in de toekomst kijken maar het is mogelijk met rekenmodellen een waardevolle simulatie te realiseren.”

© NIRAS



modules zorgt hiervoor. Het dak wordt daarna verwijderd en vervangen door een permanente afdekkingslaag. De werking van die laag wordt daarna nauwkeurig opgevolgd, waardoor een eventuele waterinsijpeling ook voor nog langere periodes geminimaliseerd wordt.

Een afdekkingslaag uit natuurlijke materialen vormt een eerste barrière tegen insijpeling op de lange termijn. De biologische toplaag (met vegetatie) maximaliseert de verdamping aan de bovenkant. Een steenlaag in het midden van de afdekking beschermt de onderliggende gecompacteerd kleilaag tegen plantenwortels en gravende dieren. De kleilagen, onder aan de afdekking, zijn weinig doorlatend. Boven de bergingsmodules komt nog eens een betonnen, weinig doorlatende plaat. De verschillende natuurlijke afdekkingslagen en de grote hoeveelheid beton bovenaan de module, ook die in de monoliet zelf, garanderen een zeer kleine waterinfiltratie in de berging voor een zo lang mogelijke periode (enkele honderden jaren).

Veilig boven alles

Veiligheid is de hoogste prioriteit voor dit project. Om de veiligheid te kunnen evalueren is het nodig tot in detail de kenmerken van de bergingsinstallatie te omschrijven. Ze zal niet alleen afval opslaan maar dat afval ook afschermen van de omgeving. Daarnaast zullen de kenmerken van de geborgen afvalstoffen nauwkeurig gekend moeten zijn op het moment van de berging. Tot slot zullen het toezicht op en de controle rond de installatie onontbeerlijk zijn om de veiligheid te garanderen.

Oppervlakteberging

De installatie voor categorie A-afval in Dessel is een berging aan het oppervlak. Het betekent dat ze boven de grond wordt gebouwd. Daardoor staat de installatie direct in de biosfeer en moet er in de veiligheidsevaluatie aandacht besteed worden aan invloed van de toekomstige ontwikkelingen ter plaatse, denk maar aan aardbevingen, erosie en de evolutie van ons klimaat.

Water weren

Insijpelend water in de berging is de belangrijkste vector waarin radionucliden uit het afval kunnen oplossen en waarmee ze worden getransporteerd buiten de berging. Cruciaal daarbij is om waterinsijpeling te vermijden tijdens de eerste periode van de operationele fase (~ 50 jaar). Een stalen dak boven de

IJzersterke monolieten

De monolieten bieden nog meer voordelen. Dankzij de betonnen afscherming kan men er veilig mee werken. Het beton vertraagt ook de migratie van radionucliden dankzij de chemische binding met de cementmineralen. Onder de monolieten bevindt zich de dikke betonnen basis van de module, die op haar beurt zorgt voor trage migratie. De hele bergingsinstallatie wordt gebouwd op een zanderige ondergrond en een zand-cementlaag, hoog genoeg boven het grondwater zodat er geen water langs de onderkant de installatie kan indringen.

Onderzoek naar invloed van nucliden

Na verloop van tijd (honderden tot duizenden jaren) zal een fractie van de radionucliden die ondertussen niet volledig vervallen zijn in de installatie, langzaam naar het grondwater migreren. Die migratie is een belangrijk aspect om de radiologische impact van de bergingsinstallatie te bepalen. Grondwater bereikt via waterwinningsputten, rivieren of gewoon via opwellend water de biosfeer met de mens als belangrijk eindpunt. De onderzoekers van het SCK•CEN stellen verschillende computermodellen op om te bevestigen dat de radiologische impact slechts een kleine fractie vormt van de dosis die mensen oplopen door natuurlijke straling en in alle gevallen voldoet aan de reglementaire dosisbeperkingen.

“ *Het SCK•CEN zal meewerken om antwoorden te vinden op bijkomende vragen van het FANC.* ”

Metershoog dossier

Om een vergunning aan te vragen voor deze installatie voor categorie A-afval is een uiterst complex en volledig dossier vereist. Het SCK•CEN droeg substantieel bij aan het veiligheidsdossier van NIRAS, vooral voor de veiligheidsaspecten op lange termijn. De belangrijkste rol van de onderzoekers bestond erin de veiligheidsargumentering wetenschappelijk te onderbouwen. Ze vertaalden fenomenologische kennis en mogelijke evoluties van de bergingsinstallatie naar numerieke modellen die intensieve veiligheidsberekeningen toelaten. Het SCK•CEN verschaft belangrijke informatie over de waterstroming doorheen de afdekking, de chemische binding van radionucliden op beton, de biosfeercharacteristieken, de geologie van de site en de mogelijke gevolgen van toekomstige klimaatveranderingen.

Berekenen en simuleren

Niemand kan in de toekomst kijken maar het is mogelijk met rekenmodellen een waardevolle simulatie te realiseren. Zo gebeurt het ontwerp van de afdekkingslagen erg zorgvuldig met numerieke simulaties en experimenten om zo de samenstelling te optimaliseren om de waterinfiltratie te minimaliseren. Ook de barrières in cement zijn een van de belangrijkste elementen in de bovengrondse bergingsinstallatie; voor de veiligheid op lange termijn wordt hierop gerekend.

Hoe begon het team van het SCK•CEN aan het onderzoek? De eerste stap om die veiligheid op lange termijn aan te tonen, is de bestaande gegevens en kennis te verzamelen, selecteren en documenteren. Het gaat om een enorme hoeveelheid gegevens die de fysische en chemische eigenschappen van beton bepalen. Omdat het cement in contact komt met de omgeving zullen de eigenschappen gaandeweg veranderen en zal bijgevolg de bijdrage aan de veiligheid afnemen. Deze evolutie wordt bestudeerd op geochemische basis en door vereenvoudigde modellen.

Om onzekerheden over toekomstige ontwikkelingen en de evolutie van de berging in te schatten, werden talrijke mogelijke scenario's en gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Ze illustreren de veiligheidsmarges van de eventuele radiologische gevolgen.

Het team van het SCK•CEN ontwikkelde in samenwerking met NIRAS en andere partners scenario's om de impact van de eigenschappen en de evolutie van de verschillende componenten in de installatie te evalueren op vlak van veiligheid en bedrijfszekerheid. Ze bestudeerden de hydrogeologische omstandigheden met een numerieke simulatie voor grondwatermodellering. Ook werd een grootschalig en regionaal model gebouwd met een uitgebreid experimenteel netwerk. Tot slot was er een analyse van de trajecten in de biosfeer en werden veel biosfeergegevens verzameld.

De vergunningsprocedure voor de bergingsinstallatie in Dessel is een gefaseerd proces. In januari 2013 overhandigde NIRAS het resultaat van meer dan zes jaar onderzoekswerk aan het FANC. Dat zal een aantal bijkomende vragen stellen over dit dossier.

Nog meer onderzoek verwacht

In de volgende fase zal het SCK•CEN meewerken om antwoorden te vinden op de bijkomende vragen van het FANC in het kader van het verkrijgen van de vergunning van de berging. Op dat moment start een nieuwe fase van het ontwikkelings-, onderzoeks- en demonstratieprogramma voor de oppervlaktebergingsinstallatie van NIRAS. Daarin kan het SCK•CEN een verdere rol spelen om onzekerheden verder te verkleinen en het vertrouwen in de langetermijnveiligheid verder te onderbouwen.

Daarnaast is een langetermijnexperiment van 30 jaar gepland voor de eindafdekking. In dit kader bestudeert het SCK•CEN bijvoorbeeld percolatie, stabiliteit, doorlaatbaarheid en chemische variabelen.

Een belangrijk aandachtspunt in de toekomst is het theoretische en experimentele werk over de interactie van het cement met de verschillende omgevingen. Op dit ogenblik bestuderen drie doctoraatsstudenten bij het SCK•CEN de evolutie van de microstructuur van cement als het in contact komt met een omgeving verschillend van de cementomgeving. Ze voeren ook experimenteel werk uit over de degradatiemechanismen van beton en de omzetting van laboratorium- en microstructuurinformatie naar de werkelijke schaal.



Van nucleaire installatie naar greenfield

SCK•CEN ontwikkelt nieuwe meetmethode

Hoe ontmantel je een nucleaire installatie op zo'n precieze manier dat later een *greenfield* overblijft? Dat kan in eerste instantie alleen door de radioactiviteit in installaties en gebouwen nauwkeurig op te meten om deze vervolgens optimaal te verwijderen met een minimale afvalproductie. Een nieuwe meetmethode maakt gebruik van gammaspectrometrie ter plaatse, in combinatie met modellering. Dankzij de resultaten is het gemakkelijker om de stroom van afbraakmaterialen in goede banen te leiden.



“ De nieuwe methode geeft een resultaat voor de volledige oppervlakte, niet voor maar enkele plaatsen. ”

SCK•CEN streeft ernaar om voor al deze etappes betrouwbare meetmethodieken te ontwikkelen en optimaliseren.

Breed toepassingsgebied

De eenheid is vooral actief in de ontmanteling van BR3 (Belgian Reactor 3), een drukwaterreactor. Dat is hetzelfde type als de commerciële reactoren die in België geïnstalleerd zijn. Daarnaast is de groep ook betrokken bij andere projecten zoals de ontmanteling van de MOX-fabriek van Belgonucleaire en de Thetis-onderzoeksreactor van het Instituut voor Nucleaire Wetenschappen van de Universiteit Gent.

Voor een groot deel van de toepassingen maakt de eenheid gebruik van meettoestellen voor in-situ gammaspectrometrie, gecombineerd met modellering. Deze meettechniek heeft een ruim toepassingsgebied en de experts van het SCK•CEN hebben er veel ervaring mee. Daarom wordt het meettoestel niet alleen geregeld ingezet voor metingen in andere soortgelijke projecten binnen en buiten het SCK•CEN, maar ook voor projecten die niet noodzakelijk iets met ontmanteling te maken hebben. Voorbeelden zijn de isotopische bepaling op MOX en de controle van activatieproducten bij de bestraling van silicium in de reactoren BR1 en BR2.

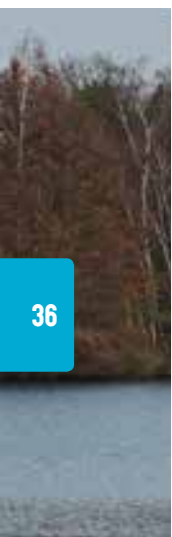
De ontmanteling van nucleaire installaties is meestal een gevolg van het einde van een levenscyclus. Dat einde kan er komen door een economische of politieke beslissing maar ook door een incident. Het gaat over zowel de installatie, het gebouw waarin die zich bevindt, als de hele site. Met andere woorden, alles wat als nucleair geklasseerd en vergund is. Vaak is het de bedoeling om als eindsituatie van de ontmanteling een *greenfield* te bereiken; de site wordt weer hersteld in de oorspronkelijke staat zoals vóór de bouw van de nucleaire installatie.

Voor de afvoer van dergelijke materialen heeft de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) gekwalificeerde procedures bepaald op basis van strikte aanvaardingscriteria. Zo is het erg belangrijk de activiteitenconcentraties van de aanwezige radionucliden te bepalen. Toch is het merendeel van de materialen niet besmet of geactiveerd en vindt het zijn weg naar het standaard circuit voor industrieel

afval. Ook dit proces verloopt volledig volgens de in België geldende wetgeving. Natuurlijk moet men altijd kunnen bewijzen dat de mogelijk aanwezige activiteitenconcentraties zich onder de wettelijk bepaalde limietwaarden bevinden.

Concentraties bepalen

Wil men de afvoer van radioactief afval en vrijgegeven materialen vlot en doelgericht laten verlopen, dan zijn er betrouwbare en efficiënte meetsystemen en -methodieken nodig om de activiteitenconcentraties te bepalen. Het beperkt zich niet tot een eindcontrole op de geproduceerde materialen. Goedwerkende processen zijn gebaseerd op een uitgebreid en kwalitatief meetprogramma ter plaatse voordat het afbraakwerk begint. Op basis van gammaspectrometrie wordt bepaald welke radionucliden aanwezig zijn en wat de activiteitenconcentratie ervan is. Daarna volgen tussentijdse controles en later een eindcontrole. De eenheid *Ontmanteling en Ontsmetting* van het





Nieuwe meetmethode is preciezer

Hoeveel materiaal moet er in een radioactief besmet lokaal weggenomen worden? Enerzijds is het noodzakelijk dat de achterblijvende structuur zuiver is en anderzijds wenst men een zo klein mogelijk radioactief afvalvolume te creëren. Meer specifiek: wat is de besmettingsdiepte van cesium-137 (een onstabiele radioactieve isotoop van cesium) in een betonnen constructie? Het antwoord op die vraag is belangrijk in de voorbereiding van ontsmettingswerkzaamheden.

De traditionele meetmethode bestaat erin op verschillende plaatsen boorstalen te nemen, ze te versnijden in schijfjes en vervolgens te breken en te malen. Het uiteindelijke poederstaal wordt gebruikt voor de radiologische karakterisatie. Dat is een tijdrovend werk en het geeft alleen maar het resultaat van kleine specifieke plaatsen die misschien helemaal niet representatief zijn voor de situatie.

Daarom ontwikkelde de eenheid *Ontmanteling en Ontsmetting* een nieuwe meetmethode die gebaseerd is op in-situ gammaspectrometrie, gevolgd door een geostatistische interpretatie van de

Europees onderzoek

De ontwikkeling van de meetmethode om dieptebesmetting te bepalen, zal in de toekomst sterk evolueren want er is een samenwerking gepland met andere Europese onderzoeksinstituten in het MetroDECOM-project. Specialisten zullen er verschillende meettechnieken vergelijken en het gebruik van statistische technieken optimaliseren. Ook de verdere ontwikkeling van in-situ meetmethodieken voor de finale controlemetingen van bouwstructuren zal er aan bod komen.

meetresultaten. De nieuwe methode heeft het voordeel dat ze het beton niet beschadigt en dat ze relatief snel grotere oppervlaktes onderzoekt. En vooral geeft ze een resultaat voor de volledige oppervlakte, niet voor maar enkele plaatsen.

Natuurlijk is het niet altijd even gemakkelijk om alle plaatsen in een installatie te bereiken. Daarom ontwierp de groep in 2013 mobiele draagstructuren – een modulaire lift – die de meetapparatuur vlot kan positioneren. Er kwam dus flink wat engineering bij kijken, nogmaals het bewijs dat ontmanteling een multidisciplinaire activiteit is.



Performante
reactoren

03



Leo Sannen

Instituutdirecteur
Nucleaire Materiaal-
wetenschappen

Het SCK•CEN voerde vele honderden tests uit op materiaal dat representatief is voor de reactorvaten van Doel 3 en Tihange 2. Vanuit alle hoeken werden de foutindicaties in de drukvaten bestudeerd. De potentiële impact op de integriteit en de veiligheid werd grondig geanalyseerd.

550

tests voor
Doel 3 en
Tihange 2



Tot de puzzel past

Groot onderhoud BR2-reactor vraagt
nauwkeurige berekening kernelementen

Interview met
Steven Van Dyck, reactormanager
BR2 en **Michael Källberg**, Ontwerp
Experimentele Dispositieven

De ingebruikname van de MYRRHA-reactor is gepland voor 2025. BR2 moet dus nog een tijdje mee. Hij vervult al vijf decennia een pioniersrol in het onderzoek naar toepassingen van nucleaire technologie voor energie-opwekking en in de medische sector. Daarom is het tijd voor een derde groot onderhoud. En voor een gesprek daarover met Steven Van Dyck en Michael Källberg.

Is de BR2-reactor nog altijd zo interessant dat hij nog zeker tien jaar moet meekunnen?

Steven Van Dyck: BR2 is vandaag de grootste en meest flexibele materiaaltest-reactor in Europa. Door de evolutie in het gebruik van de reactor, de mogelijkheden van de installatie en het potentieel voor toekomstige toepassingen, blijft BR2 een essentiële bijdrage leveren aan de doelstellingen van het SCK•CEN op korte

en middellange termijn. Weet je dat de reactor 20 tot 25 percent van de jaarlijkse wereldwijde behoefte aan radio-isotopen voor medische en industriële toepassingen levert? Ook een vrij groot deel van de wereldproductie van hoogwaardige halfgeleiders voor (hernieuwbare) energietoepassingen in de vorm van neutronengedopeerd silicium wordt in BR2 geproduceerd. Hij draagt bij tot onderzoeksprojecten ter ondersteuning van de veiligheid van bestaande en toekomstige kernreactoren. En daarnaast ook tot de ontwikkeling van materialen en technologieën met een verlaagd risico op de proliferatie van nucleaire wapens.

Er is dus in een modern nucleair onderzoekscentrum altijd een performante bestralingsinrichting nodig.

Steven Van Dyck: Ja, BR2 is en blijft zo'n infrastructuur. Deze derde grote onderhoudscampagne is erop gericht om de goede werking op zijn minst voor de komende periode te garanderen en de brug te slaan naar de start van de MYRRHA-installatie.

Michael Källberg: Je moet weten dat BR2 al actief is sinds 1961, meer dan vijf decennia!



Berylliumkern vervangen

Wat is het uitgangspunt voor het onderhoudsproject van reactor BR2?

Steven Van Dyck: Het project is gebaseerd op een systematische analyse van de risico's, rekening houdend met de veroudering van de installatie, de veranderende regelgeving en de vraag naar nieuwe toepassingen. Vanuit deze analyse investeren we stevig zodat binnen de gestelde normen van veiligheid BR2 zijn missie kan vervullen van 2016 tot 2026. In alle onderhoudsactiviteiten is er één de belangrijkste ...

En dat is?

Michael Källberg: De vervanging van de berylliumkern van de BR2-reactor. Die kern heeft een wettelijk bepaalde maximum gebruiksduur. Beryllium heeft een beperkte levensduur van ongeveer 15 jaar omdat het door de bestraling begint te vervormen. Hoewel we nog niet aan de limiet zitten, loopt de gebruiksduur van het huidige beryllium niet tot 2026. Daarom kiezen we voor een preventieve vervanging. Daardoor kunnen we de reactor intenser en flexibeler gebruiken. We spelen zo optimaal in op de wijzigende en toenemende vraag naar bestralingsdiensten.



Waarom precies bestaat de kern uit beryllium?

Steven Van Dyck: De complexe geometrie van de reactorkern is ontworpen om een zo compact mogelijke kern met hoge performantie zo toegankelijk mogelijk te maken. Dat kan met beryllium als constructiemateriaal voor het centrale deel doordat dit metaal zeer licht is en tegelijk zeer weinig neutronen absorbeert.

Michael Källberg: De reactorkanalen hebben de vorm van een hyperbolische paraboloid. Elk kanaal is gemaakt van een roestvrijstalen bovenstuk met koelgaten waardoor het water in de brandstof kan stromen en experimenten in het midden kunnen worden geplaatst. Daar is het kanaal gemaakt uit beryllium, uiterst licht metaal. Onder de berylliumkern is er nog een roestvrijstalen deel met koelgaten naar buiten. De onderdelen worden bij elkaar gehouden met conische sleutels.

In 1979 en 1996 werd de reactorkern al eens vervangen. Zijn daar lessen uit te trekken?

Steven Van Dyck: Het originele ontwerp van de reactorkern werd hernomen en vertaald in moderne ontwerpmethoden om de constructietekeningen te maken voor de huidige, extreem precieze fabricage. Dat verkleint de kans op het herwerken van componenten in vergelijking met het verleden. Voor de uitvoerders maakt dat de operatie efficiënter en veiliger. Ondertussen hebben we de specificatie van de componenten geactualiseerd en de fabricage gestart. Ook worden het groot onderhoud en de vervanging van de essentiële componenten van de reactor en de bestralingsinrichtingen voor de gebruikers voorbereid. Daarnaast vertalen we de besluiten van de stresstest voor BR2 in maatregelen om de veiligheid van de installatie nog te verbeteren, ook onder extreme externe omstandigheden zoals aardbevingen.



Tekeningen uit 1978

Michael Källberg: Bij de laatste revisie werden tekeningen gebruikt die gebaseerd zijn op tekeningen die in 1978 gemaakt werden door het bureau LaMeuse. De hele matrix is in 1978 vervangen en men is toen van nul vertrokken, precies zoals we dat nu doen. In 1996 zijn de elementen van het nulvermogen model van BR2 gerecycleerd, waarbij toen slechts enkele nieuwe stukken zijn aangekocht. Daarom namen we de beslissing met de fabricagetekeningen uit 1978 als referentie te werken. Maar zijn die tekeningen wel helemaal juist? Om dat te weten, begonnen we met nieuwe 3D-tekeningen. Het is niet de bedoeling om iets aan het originele ontwerp te veranderen.

En kloppen de tekeningen?

Michael Källberg: Ik kwam tot de vaststelling dat de geavanceerde hyperbolische puzzel van zeshoeken niet perfect paste! In een 3D CAD-software is het de bedoeling dat de oppervlakken echt parallel zijn. In de jaren vijftig van de vorige eeuw werkten dertig tekenaars bijna een heel jaar aan de berekeningen. Mensen maken wel eens fouten en daardoor ontbrak het op die tekeningen hier en daar aan precisie. Als ik op basis van die tekeningen de computer zijn werk liet doen, pasten de delen niet. Daardoor werd ik gedwongen om terug te gaan naar de fundamentele definitie van het matrixontwerp, de definitie van hyperboloiden. Nu werken we trouwens met vier CAD-ingenieurs vijf maanden aan het ontwerp en de klus is geklaard!

“Hadden wij of de tekenaars in 1978 een foutje gemaakt?”

Julie spreken over paraboloïden en hyperboloïden. Hoe ziet zo iets eruit?

Michael Källberg: Vergelijk het met een bundel gedraaide tandenstokers. Maar elke tandenstoker heeft een zeshoekige vorm en raakt zijn buur met slechts 0,0254 mm tussenruimte. Om die precieze verhouding te bereiken, moet elke zeshoek een beetje vertekend zijn. De vervormingen zijn afhankelijk van de helling van de kanalen en die zijn dan weer afhankelijk van de afstand van het centrum van de kern. Deze gigantische puzzel was op de tekeningen beschreven in inches. Een typische meting op de tekeningen was 3,790 inch, omgezet naar 96,266 mm ... Maar de wiskundige correcte meting is 96,234, een correctie van 0,032 mm. Tja, dan past zo'n tandenstoker niet meer in het model. Nu, in werkelijkheid zullen deze kleine verschillen verdwijnen in de toleranties van de productie. Maar om de zeshoekvormen in het CAD-systeem te checken, gebruikten we de geometrische berekeningen met een nauwkeurigheid onder 10 decimalen. De oude tekeningen werden daarna vergeleken met de nieuwe. Was er een verschil? Dan keken we na: hebben wij of de tekenaars in 1978 een foutje gemaakt?

Start eind 2014

Is het gevaarlijk om met beryllium te werken?

Michael Källberg: Ja, je moet ermee uitkijken! Berylliummetaal is relatief onschadelijk, maar helaas is berylliumoxide giftig en gevaarlijk als je het stof ervan inademt. Daardoor is vooral het mechanisch bewerken van beryllium, waarbij stof en oxide kan ontstaan, riskant en enigszins vergelijkbaar met asbest. Er zijn in de wereld maar drie landen die beryllium leveren: de Verenigde Staten, China en Kazachstan. Daardoor zijn er niet veel bedrijven die beryllium met de vereiste hoge toleranties kunnen produceren. We hebben dan ook twee constructeurs moeten kiezen: eentje voor de roestvrijstalen onderdelen en de andere voor beryllium. In het SCK•CEN assembleren en testen we de onderdelen in een kopiereactor. Daar kunnen we de matrix monteren en zien of alle onderdelen passen voordat we hem in de kuip van BR2 plaatsen.

Hoe lang gaat de vervanging van de reactorkern duren?

Steven Van Dyck: Meer dan een jaar vanaf eind 2014. In de aanloop doen we technische voorbereidingen en vervangen we andere onderdelen van de installatie. In de lente van 2016 zal de nieuwe reactorkern worden getest om zijn gelijkwaardigheid met de huidige kern te controleren. Vanaf midden 2016 zal de installatie dan opnieuw beschikbaar zijn om voor een volgende periode van tien jaar zijn essentiële wetenschappelijke en dienstverlenende rol op te nemen.



550 tests voor integriteitsbeoordeling van Tihange 2 en Doel 3

Intensief onderzoek op basis van jarenlange expertise SCK•CEN

Een eerste analyse van het effect van de waterstofvlokken in het materiaal van de reactorbuizen van Doel 3 en Tihange 2 toont geen verregaande invloed op de mechanische eigenschappen. Die conclusie werd in mei 2013 bereikt na meer dan 550 tests waaraan de experts van het SCK•CEN intensief meewerkten. Daardoor kregen beide reactoren van het FANC de toestemming weer op te starten en één cyclus te draaien. Tegelijkertijd werd op uitdrukkelijke vraag van de Belgische veiligheidsautoriteiten een tussentijds onderzoeksprogramma opgezet om de effecten van bestraling op het materiaal te bestuderen. Hiervoor zal reactor BR2 ingeschakeld worden.

niet volledig correct werd uitgevoerd. Bij de inspectie van de reactorbuizen van Tihange 2 kwamen, weliswaar in mindere mate, identieke vaststellingen naar voor. Dit was verwacht, aangezien beide buizen vervaardigd zijn in dezelfde periode, op dezelfde manier en door dezelfde fabrikant.

Integriteit aantonen

Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) vroeg aan de uitbaters van Doel en Tihange om de integriteit van de reactorbuizen te evalueren. Dat is volgens de geldende normen en codes vereist in dergelijke situaties. Om de integriteit van de reactorbuis te beoordelen, moeten de eigenschappen van het materiaal bepaald worden. De uitbaters deden een beroep op de expertise van het SCK•CEN om mee te werken aan een testprogramma. Het SCK•CEN heeft trouwens altijd al de bewakingsprogramma's van de Belgische kerncentrales uitgevoerd en kan bogen op een grote internationale ervaring in deze materie.

Drie fasen

Het SCK•CEN werd in eerste instantie betrokken bij het testprogramma om de mechanische eigenschappen van

Nucleaire installaties in België worden grondig gecontroleerd, dat schrijft de wet voor. Tijdens een uitvoerige ultrasone inspectie van de reactorbuis van Doel 3 in juni 2012 werd de aanwezigheid van een groot aantal waterstofvlokken vastgesteld. Van dergelijke waterstofvlokken is bekend dat ze kunnen voorkomen als de thermische behandeling van de reactorbuis tijdens de productie

“ Het SCK•CEN heeft altijd al de bewakingsprogramma's van de Belgische kerncentrales uitgevoerd en kan bogen op een grote ervaring in deze materie, op nationaal maar ook op internationaal niveau. ”



48

het materiaal van de reactorkuip te evalueren. Vermits geen bestraald materiaal ter beschikking was en het onmogelijk is om het materiaal van de kuip te gebruiken, gebeurde de evaluatie op niet bestraald representatief materiaal dat zeer veel waterstofvlokken bevat. De bestralingseffecten werden geëvalueerd op basis van de gemeten chemische eigenschappen van het materiaal. De waterstofvlokken zijn met name nauw verbonden met de aanwezigheid van zogenoemde 'macrosegregatie'; regio's verrijkt met onzuiverheden en legerings-elementen die ontstaan tijdens het stollen van het staal. De onderzoekers maakten voor het testprogramma gebruik van drie blokken materiaal in opeenvolgende fasen.

Gezien het feit dat de waterstofvlokken parallel liggen met de wand van het reactorvat (quasi-laminair), onderzochten ze in de eerste fase het reservebewakingsmateriaal van Doel 3 om het effect van de oriëntatie van het monster op de breukeigenschappen van het kuipmateriaal te controleren. De tweede fase bestond uit het beoordelen van het effect van macrosegregatie op de mechanische eigenschappen van het materiaal van de kuip. Dit gebeurde aan de hand van de *nozzle cut-out* van Doel 3 (een restant dat overbleef na de vervaardiging van de reactorkuip, zie pagina 45, foto midden). Een derde fase omvatte dan het onderzoek van materiaal met waterstofvlokken afkomstig uit Frankrijk dat beschouwd wordt als representatief voor de kuipen van Doel 3 en Tihange 2. Het doel was na te gaan hoe het materiaal rondom de waterstofvlokken beïnvloed is door hun aanwezigheid.

Beperkte invloed

Uit de meer dan 550 tests leidden de onderzoekers af dat het effect van de aanwezigheid van waterstofvlokken op de mechanische eigenschappen zeer beperkt is. Om het gedrag na bestraling in te schatten werd, op basis van wereldwijd gevalideerde inschattingformules, rekening gehouden met de lichte verrijking van de chemische samenstelling in deze zone, met name een grotere aanwezigheid van zink, koper en fosfor. De tests tonen aan dat de aanwezigheid van waterstofvlokken het breukgedrag van het materiaal beperkt beïnvloedt.

Toestemming van 1 jaar

Het FANC heeft voor beide kernreactoren een toestemming voor een cyclus van ongeveer één jaar gegeven, in afwachting van

49

een aantal bijkomende onderzoeken. De onderzoekers van het SCK•CEN voeren daarom in 2014 een experiment uit in reactor BR2 om de bestralingseffecten te beoordelen van het Franse testmateriaal dat waterstofvlokken bevat om zo een verificatie van de eerder genoemde inschattingformules te bekomen.

BONAPARTE-meetbank wekt internationale belangstelling

Nabestralingsonderzoek van lager aangerijkte brandstofplaten

In het kader van de nucleaire non-proliferatie – het tegengaan van mogelijke verspreiding van nucleaire wapens – onderzoeken wetenschappers wereldwijd de kwalificatie van lager aangerijkte brandstofplaten voor onderzoeksreactoren. Voor dat onderzoek is er nieuwe specifieke apparatuur nodig om de nieuwe types brandstof te kwalificeren.

Testreactoren zoals BR2 willen voor het verder terugdringen van de proliferatierisico's brandstof op basis van lager aangerijkt uranium gebruiken. Om dat te kunnen realiseren, willen de onderzoekers deze nieuwe brandstofftypes in werkelijke bestralingsomstandigheden testen. Ze noemen dat brandstofkwalificatie. Voor het onderzoeken van deze brandstoffen die voordien in de reactor getest zijn, het zogenaamde nabestralingsonderzoek, is specifieke meetapparatuur nodig.

Een belangrijke parameter om het goede gedrag te bevestigen van plaat-brandstof, die typisch gebruikt wordt in een testreactor, is de mate van zwellen van de plaat. Precies daar speelt de nieuwe BONAPARTE-meetbank van het SCK•CEN een belangrijke rol in de brandstofkwalificatieprogramma's. Ze maakt het mogelijk om na bestraling op een nauwkeurige wijze een volledige

mapping te maken van de zwellen van de brandstofplaten met een precisie van enkele micrometer.

Nergens te koop

Het SCK•CEN had dus dergelijke meetapparatuur in een hot-cel nodig, maar ... ze is nergens ter wereld commercieel

“ *Het Amerikaanse Idaho National Laboratory gaf de opdracht een identieke meetmachine te bouwen.* ”

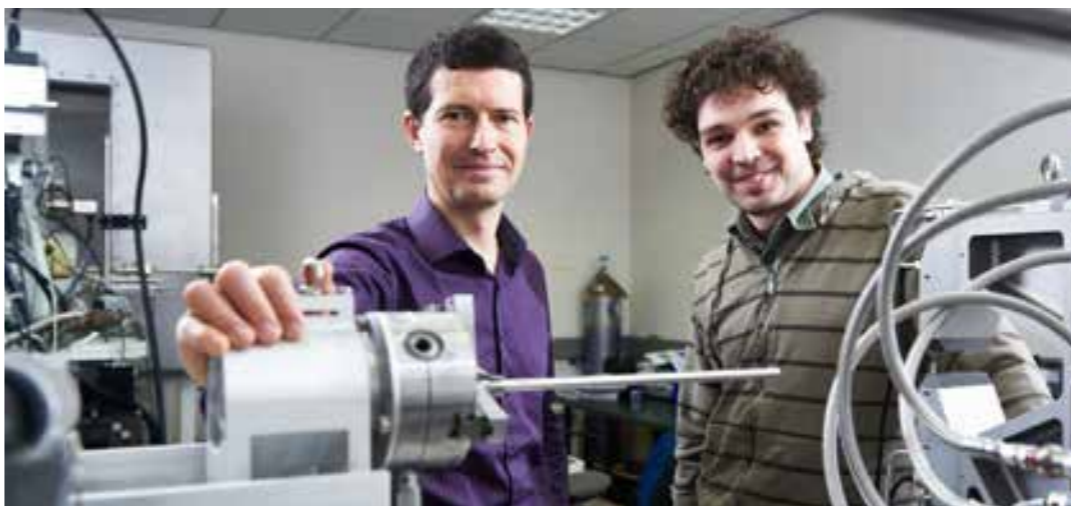
beschikbaar. Om tegemoet te komen aan de noden van kwalificatieprogramma's zoals EVITA (U_3Si_2 -brandstof voor de Franse Jules Horowitz-reactor) en LEONIDAS (Uranium-Molybdeen-gebaseerde brandstof) werd besloten een eigen meetbank te ontwikkelen: BONAPARTE (Bench for Non-destructive Analyses on fuel Plate And Rod Type fuel Elements).

BONAPARTE moest zo modulair mogelijk zijn en voor heel wat doelen te gebruiken, zo luidde het ambitieuze plan. Het SCK•CEN wou de meetbank inzetten voor diverse types en vormen van bestraalde brandstofplaten en zelfs voor klassieke brandstofstaven. Die laatste worden gebruikt in de BR2-bestralingsprogramma's van testbrandstoffen voor vermogensreactoren.

Gewapend met de nodige kennis van hot-celapparatuur en een aantal innovatieve ideeën stapte het SCK•CEN naar het engineeringbureau TEGEMA uit Eindhoven om de meetbank verder te ontwikkelen en te bouwen. Daarna was het aan de SCK•CEN-medewerkers om zelf de software, elektronische sturing en data-acquisitie te ontwikkelen en zo de meetbank precies te laten doen waarvoor ze gebouwd werd.

Nauwkeurige resultaten

Midden 2011 werd de meetbank in een hot-cel geplaatst en werd de eerste brandstofplaat onder hoge stralingsbelasting opgemeten. De onderzoekers konden trots zijn: de meetresultaten bleken zeer nauwkeurig en leverden een uniek wetenschappelijk inzicht dat met voorgaande metingen niet mogelijk was. Ondertussen heeft het BONAPARTE-toestel meer dan 20 meetcampagnes met succes uitgevoerd, waaronder ook metingen op de binnen het SCK•CEN ontwikkelde SELENIUM-brandstof (Surface Engineering of Low ENriched Uranium Molybdenum) (zie *Hoogtepunten 2012*).



Dankzij de modulaire opbouw kan de BONAPARTE-meetbank ingezet worden voor het opmeten van zowel gebogen als vlakke brandstofplaten voor testreactoren. De bank kreeg ook nog een uitbreiding met specifieke modules voor het opmeten van brandstofstaven voor vermogensreactoren.

3D-mapping

De BONAPARTE-meetbank is in staat een volledige brandstofplaat op te meten met behulp van een driedimensionale assensturing. Speciaal ontworpen meetsondes, die bestand zijn tegen het hoge stralingsveld van zulke bestraalde brandstofplaten, scannen de volledige oppervlakte met een hoge positioneringsnauwkeurigheid. Simultaan wordt de dikte van de brandstofplaat en de dikte van de oxidehuid aan beide kanten opgemeten met een precisie van enkele micrometer en uitgezet in een 3D-mapping.

Door de metingen te combineren met de kennis van de hoeveelheid verbruikte brandstof per mm² (berekend of gemeten) ontstaat een unieke dataset. Die maakt het mogelijk om computermodellen op te stellen die nauwkeurig het gedrag van de zwellen van de brandstof voorspellen. Dat is van onschatbare waarde voor het gebruik van de brandstof in diverse omstandigheden.

Internationale interesse

Het BONAPARTE-project werd internationaal met grote interesse gevolgd. Er was veel enthousiasme voor dit unieke toestel en dat leidde tot concreet resultaat. Begin 2012 gaf het Amerikaanse *Idaho National Laboratory* (INL) aan het SCK•CEN de opdracht een identieke meetmachine te bouwen onder het project BONA4INL. Vandaag is de BONA4INL-meetbank volledig gekwalificeerd en gereed voor oplevering. INL zal ze gebruiken voor de brandstofkwalificatieprogramma's van het Amerikaanse *Department of Energy* binnen het RERTR-programma (Reduced Enrichment for Research and Test Reactors).

Andere laboratoria zoals het Franse CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives) en het Zuid-Koreaanse KAERI (Korean Atomic Energy Research Institute) hebben ook al interesse getoond voor de BONAPARTE-meetbank. Het SCK•CEN verwierf heel wat technologisch inzicht met het ontwikkelen, bouwen en valideren van BONAPARTE. Dat is nuttig om in de toekomst gelijkaardige nieuwe meetbanken en andere apparatuur voor hot-celgebruik te bouwen.

Zo snel kan niemand snookeren

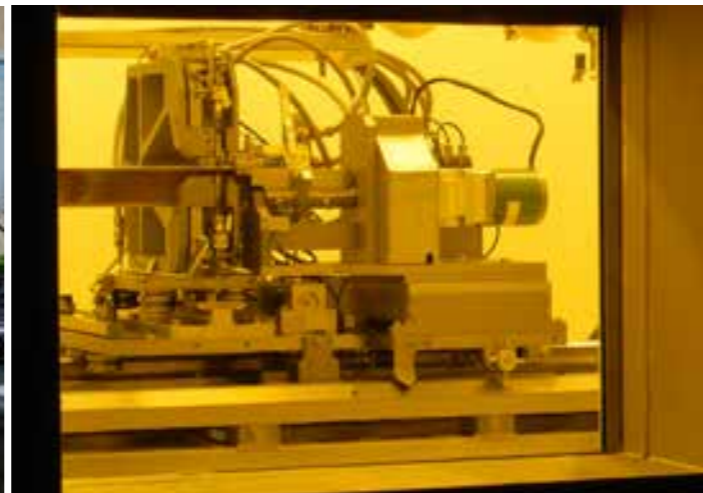
SCK•CEN maakt computersimulaties van brandstofgedrag

Gen-IV is de naam van de volgende generatie kernreactoren. De wetenschappelijke wereld onderzoekt welke brandstoffen voor die Gen-IV het meest geschikt zijn. Veiligheid en productiviteit zijn belangrijk maar op maatschappelijk vlak spelen ook de nucleaire non-proliferatie en de levenscyclus van het kernafval een rol. Hoe zullen die brandstoffen zich concreet gedragen? In het kader van het project F-Bridge maakt het SCK•CEN flitsende computersimulaties.

Tijdens zijn verblijf in een reactor krijgt de brandstof te maken met een extreme omgeving. Grote temperatuurverschillen, chemische veranderingen en schade ten gevolge van de bestraling leiden op lange termijn onvermijdelijk tot veranderingen in de microstructuur.

Doelgerichte proeven

Gedurende 50 jaar was de toekenning van een nucleaire brandstofvergunning vooral gebaseerd op een empirische benadering. De wetenschappers observeerden en bouwden zo mettertijd kennis op. Dat resulteerde in een brede database van brandstoffen die momenteel in kernreactoren worden gebruikt: uraniumdioxide (UO₂) of gemengde uranium- en plutoniumoxiden (MOX). Omdat de kosten voor het creëren van een dergelijke database hoog oplopen en dit ook lange tijd (20 tot 30 jaar) in beslag neemt, kunnen de Gen-IV-reactoren voor hun brandstofkwalificatie niet alleen steunen op proeven. Er is een verschuiving nodig naar een voorspellende aanpak: het komt erop aan de primaire verschijnselen tot



op atoomniveau beter te begrijpen. Dat zal zorgen voor het ontwerp van nieuwe nucleaire brandstoffen die getest kunnen worden in doelgerichte experimenten. Door die aanpak zal de tijd en kostprijs voor het ontwikkelen van nieuwe brandstoffen aanzienlijk dalen.

Ultrakort onderzoek

Deze doelgerichte aanpak is niet specifiek voor de nucleaire wereld. Veel industriële processen maken vandaag gebruik van computerondersteund ontwerp, lang voordat de productie van het eerste prototype begint. Je zou kunnen zeggen dat computersimulaties de brug slaan tussen de theorie (de beschrijving van de belangrijkste verschijnselen) en de praktijk (het ontwerp van een nieuw product).

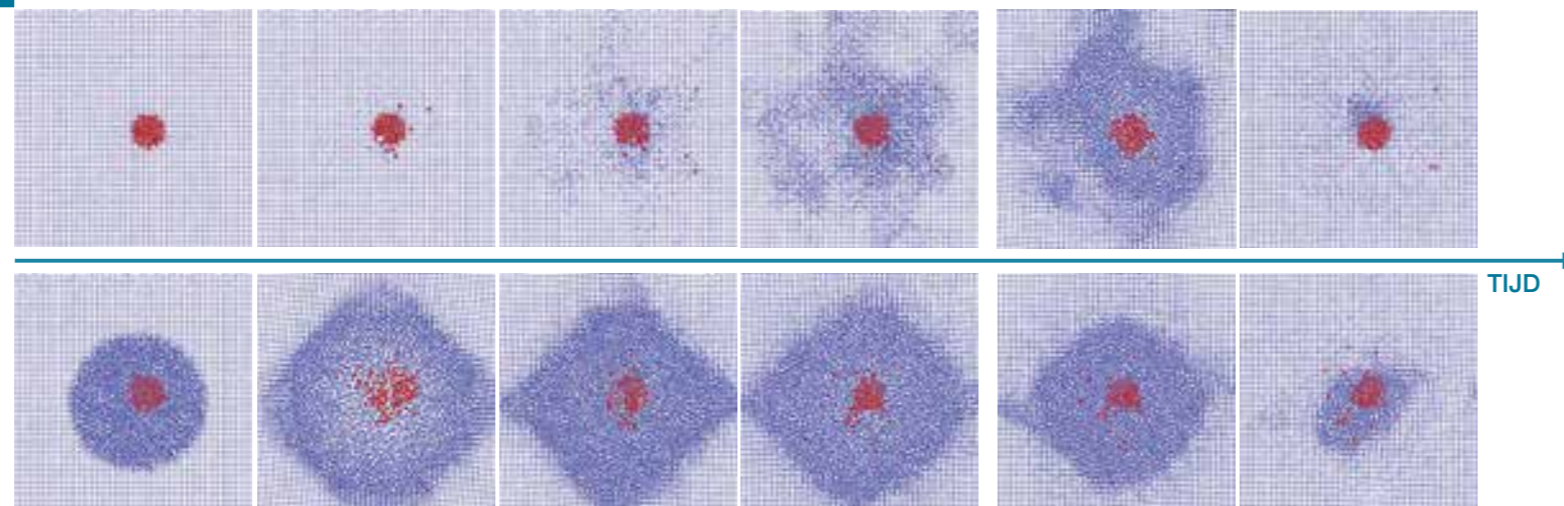
Toch is het niet eenvoudig door de complexiteit van alles wat bij nucleaire brandstoffen komt kijken: hun fysische beschrijving gebeurt via verschillende lengte- en tijdsschalen en omvat verschillende gebieden van de fysica. Hun onderlinge afhankelijkheid wordt behandeld door middel van zogenoemde *multi-scale modelling*. De macroscopische informatie die nodig is, wordt verkregen uit microscopische modellen.

De onderzoekers van het SCK•CEN combineren beide werelden: zowel rendementsberekeningen van de brandstof als modellen op atomaire schaal. De eerste bekijken het gedrag van de brandstof-elementen als geheel over een aantal jaren, terwijl de atomaire modellering het gedrag van een reeks atomen gedurende een korte tijdsperiode volgt. En dat is wel héél kort; men spreekt meestal van duizenden tot miljoenen atomen, over een periode van minder dan een nanoseconde of een miljardste van een seconde.

Simulaties op atomaire schaal

Over dat ultrakorte onderzoek gaat F-Bridge, een belangrijk project gefinancierd binnen het zevende Europese kaderprogramma. F-Bridge wil mogelijk maken dat de kennis uit de fundamentele wetenschap direct ingezet kan worden voor de ontwikkeling van Gen-IV-brandstoffen. Het uiteindelijke doel is het opzetten van een internationaal uitwisselingsplatform en een geïntegreerde en gecoördineerde aanpak van het onderzoek naar nucleaire brandstof.

Zo ziet het schadeproces rond een kleine gasbel in de brandstof eruit. *Boven* de schade nadat een snel neutron een atoom raakt; *onder* de schade na botsing met zware splijtingsfragmenten waardoor meer atomen ontsnappen. In beide gevallen heeft het systeem dezelfde dosis energie ontvangen.



In het kader van F-Bridge nam het SCK•CEN samen met andere instellingen in Europa deel aan een werkpakket over *multi-scale modelling*. De belangrijkste bijdrage van het SCK•CEN zijn computersimulaties op atomaire schaal. De gebruikte technieken zijn gebaseerd op empirische krachtvelden en beschrijven atoom-interactie via eenvoudige parameters en analytische formules. Op basis van de theorie van Newton is het dan mogelijk de ontwikkeling van een reeks atomen en hun interactie over een tijdsperiode te voorspellen.

Flitsend snookeren

Een interessant aspect is het proces achter stralingsschade. Het lijkt een beetje op snooker. Een computer kan het traject van alle ballen volgen zodra een speler de witte bal speelt ... Hier gebeurt iets vergelijkbaars om de schade na te gaan die veroorzaakt wordt door botsingen met energetische deeltjes. Het belangrijkste verschil is de grootte van het systeem: duizenden tot miljoenen atomen zijn in het proces betrokken en ze worden driedimensionaal gestapeld in plaats van in een horizontaal vlak. Daarnaast zijn de botsingen zachter, alsof je de snookerballeten door rubberballen zou vervangen. Het gaat ook snel want het hele proces flitst voorbij in 10 tot 100 picoseconden. Dat is een honderdste tot een tiende van een miljardste van een seconde.

Het proces van bubbelvernietiging is ondanks zijn schijnbare eenvoud een belangrijke stap in het complexe mechanisme dat deze gasatomen uit de brandstof doet ontsnappen. Door de ultrakorte tijdsperiode kan een dergelijk verschijnsel niet waargenomen worden in proeven. Het is alleen mogelijk met computersimulaties ... die iets langer duren: een simulatie vergt een berekening van meer dan drie maanden op een computer met 16 processoren.

“ De onderzoekers combineren beide werelden: zowel rendementsberekeningen van de brandstof als modellen op atomaire schaal. ”

Onderzoek op andere brandstoffen

In F-Bridge is tot nu toe alleen onderzoek uitgevoerd op uraniumdioxide (UO₂), een vrij conventionele brandstof. De reden? UO₂ wordt beschouwd als de ideale kandidaat om de mogelijkheden van de verschillende technieken te testen op een brandstof waarvan het gedrag goed bekend is. Op lange termijn willen de onderzoekers in het vervolg van F-Bridge de gedragingen onderzoeken waarover minder proefondervindelijke feedback bestaat. Het bubbelvernietigingsproces is een goed voorbeeld. Er wordt ook gedacht aan het onderzoek van verschijnselen die optreden bij korrelgrenzen en andere brandstoffen die in aanmerking kunnen komen voor Gen-IV.

Verder onderzoek zal leiden naar een verbetering van de modelleringstechnieken zelf. De rekenkundige prestaties zullen verbeteren als de onderzoekers computers met nieuwe grafische kaarten kunnen gebruiken – een toepassing uit de gamingwereld die de wetenschap ten goede komt. Daarnaast zullen er geavanceerde acceleratiemethoden komen en een verbeterde beschrijving van atoom-interactie. Natuurlijk zal deze aanpak als leidraad dienen voor toekomstige experimenten, het zal hen niet vervangen.



Innovatie
voor
MYRRHA

04



Hamid Aït Abderrahim

Directeur MYRRHA

150 ingenieurs, wetenschappers, technici en administratieve medewerkers, zowel personeelsleden van het SCK•CEN als externe deskundigen, stuwen het MYRRHA-project vandaag vooruit. We tellen in onze rangen medewerkers uit 27 landen. Bovendien kunnen we een beroep doen op tal van Belgische partners zoals het von Karman Instituut, de Universit  catholique de Louvain, de KU Leuven, de Universiteit Gent, de Vrije Universiteit Brussel en meer dan 30 Europese instellingen dankzij de onderzoeksprogramma's van de Europese Commissie.

150

mensen
werken
aan
MYRRHA

MYRRHA

Voluit staat MYRRHA voor *Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications*. Deze opvolger van reactor BR2 wordt een bijzonder innovatieve onderzoeksinfrastructuur. MYRRHA werkt met snelle neutronen en de koeling gebeurt door vloeibaar metaal: een mengsel van lood en bismut. MYRRHA is wereldwijd het allereerste prototype van een kernreactor die wordt aangedreven door een deeltjesversneller. We spreken van een subkritische reactor omdat de kern onvoldoende splijtbaar materiaal bevat om de kettingreactie spontaan te onderhouden. Hij moet voortdurend gevoed worden door een externe neutronenbron. Daarom wordt de reactor gekoppeld aan een deeltjesversneller. Het is een veilige en prima te controleren technologie. Door het uitschakelen van de versneller stopt de kettingreactie letterlijk binnen een fractie van een seconde en valt de reactor stil.

Dankzij de snelle neutronen wordt de uraniumbrandstof 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 (neptunium, americium en curium) 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, kernfusietechnologie en de ontwikkeling van nieuwe brandstoffen. Daarnaast is er de productie van medische radio-isotopen en de bestraling van silicium voor elektronica in onder meer windturbines en hybride voertuigen. Het SCK•CEN wil MYRRHA in 2025 in gebruik nemen. De totale kost is geraamd op   960 miljoen (2009).



Op weg naar MYRRHA prevergunningfase en FEED

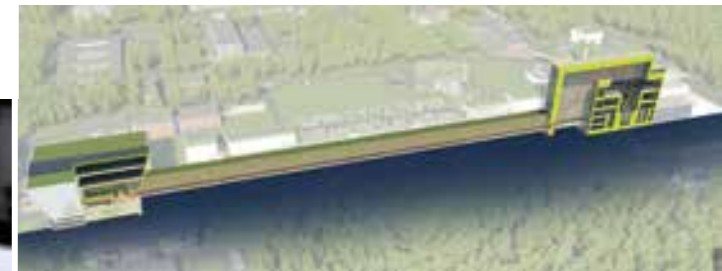
Binnen de studiefase van de toekomstige onderzoeks-reactor MYRRHA zijn er drie grote werkdomeinen: R&D, licensing en engineering. In die twee laatste domeinen zette het SCK•CEN in 2013 grote stappen: de licensing bevindt zich in een prevergunningfase en bij engineering werd het FEED-contract ondertekend voor de constructie van de niet-nucleaire delen van MYRRHA. Bernard Neerdael belicht de prevergunningfase en Paul Leysen de FEED.

Interview met
Bernard Neerdael,
MYRRHA Management Team
en **Paul Leysen**, hoofd Ontwerp
Nucleaire Systemen



Bernard Neerdael

'We willen een duidelijk antwoord geven op alle door de regulator geïdentificeerde aandachtspunten.'



Waarom heeft de overheid voor de licensing een pre-vergunningfase in het leven geroepen voor een project zoals MYRRHA?

Bernard Neerdael: Het SCK•CEN wil met MYRRHA een complexe nucleaire installatie, die gebruikmaakt van innovatieve technologieën, bouwen en uitbaten. Voor elke stap moet de overheid haar goedkeuring geven. Om dit op termijn vlotter te laten verlopen, heeft het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC), voorgesteld een prevergunningfase te creëren. Het FANC kan zo van in een vroeg stadium en tijdens de ontwikkeling van het project tijdig zijn verwachtingen communiceren. De prevergunningfase was oorspronkelijk gepland tot eind 2014 en is wegens de evolutie van het ontwerp nu uitgebreid tot begin 2016. Iets langer, maar door deze aanloop zou de vergunningfase zelf korter moeten zijn.

Is het gemakkelijk om alle aspecten te inventariseren die voor de uiteindelijke vergunning vereist zijn?

Bernard Neerdael: Elke nucleaire installatie heeft een reeks vergunningen nodig van de regelgevende instanties: veiligheid,

milieu, beveiliging, ... en natuurlijk de bouwvergunning. Het komt er allemaal bij kijken. Je moet voldoen aan specifieke voorschriften en het hele proces moet overeenstemmen met de regionale, nationale en internationale normen. Het aanmaken van de belangrijkste onderdelen van de vergunningsprocedure vereist behoorlijk wat werk. En de evolutie van het ontwerp maakt een iteratieve aanpak van het hele werkproces nodig.

Hoe ver reikt het onderzoek in de prevergunningfase?

Bernard Neerdael: De doelstellingen van de prevergunningfase bestaan erin gedetailleerde veiligheidsanalyses te verstrekken in het kader van een *Design Options & Provisions File* (DOPF), letterlijk 'dossier over ontwerpopties en -provisies'. Het gaat dus om een preliminaire veiligheidsevaluatie van de hele installatie. Het dossier moet goed

overeenstemmen met een vast ontwerp van de installatie waarvoor is aangetoond dat het voldoet aan de veiligheids- en beveiligings-eisen van de overheid. Let wel, de conclusies van de overheid over de vergunbaarheid van de installatie in deze voorbereidende fase zijn niet bindend voor de latere vergunningsfase.

Wat is de eerste stap naar de ontwikkeling van het dossier?

Bernard Neerdael: Het FANC heeft de structuur en de doelstellingen van het DOPF-dossier bepaald. Het geeft de logische en noodzakelijke verbanden aan tussen de verschillende structuren, systemen en componenten die komen kijken bij het ontwerpen en uitbaten van een installatie zoals MYRRHA. De te volgen aanpak is vooral gebaseerd op de identificatie en evaluatie van een aantal aandachtspunten die voor MYRRHA nieuw of niet voldoende ontwikkeld zijn en een impact kunnen hebben op de veiligheid van de installatie. Hiervoor is ook Bel V, als technische ondersteuning van het FANC, rechtstreeks betrokken. Het gaat er meer specifiek om de drie veiligheidsfuncties te verzekeren: de controle van reactiviteit, de garantie van warmteafvoer en de insluiting van radioactieve producten.

Jullie moeten intussen al die aandachtspunten onder de loep nemen?

Bernard Neerdael: Ja, we moeten op het einde van de prevergunningsfase een afdoend antwoord geven op die punten. We communiceren daarvoor intens met de overheidsorganen, zodat we in het DOPF-dossier uiteindelijk kunnen aantonen dat we voldoen aan de veiligheids- en beveiligingsvoorwaarden. Op die manier creëren we een solide basis en voldoende vertrouwen om de stap te zetten naar de volgende vergunningsfase.

Er is ook sprake van een milieueffectenrapport ...

Bernard Neerdael: Klopt, parallel met het DOPF-dossier moet een milieueffectenrapport de verwachte gevolgen voor mens en milieu analyseren en beoordelen. Dit rapport zal gezamenlijk worden beoordeeld door de overheidsinstanties FANC en LNE (Leefmilieu Natuur Energie). Het FANC is verantwoordelijk op federaal niveau voor radiologische



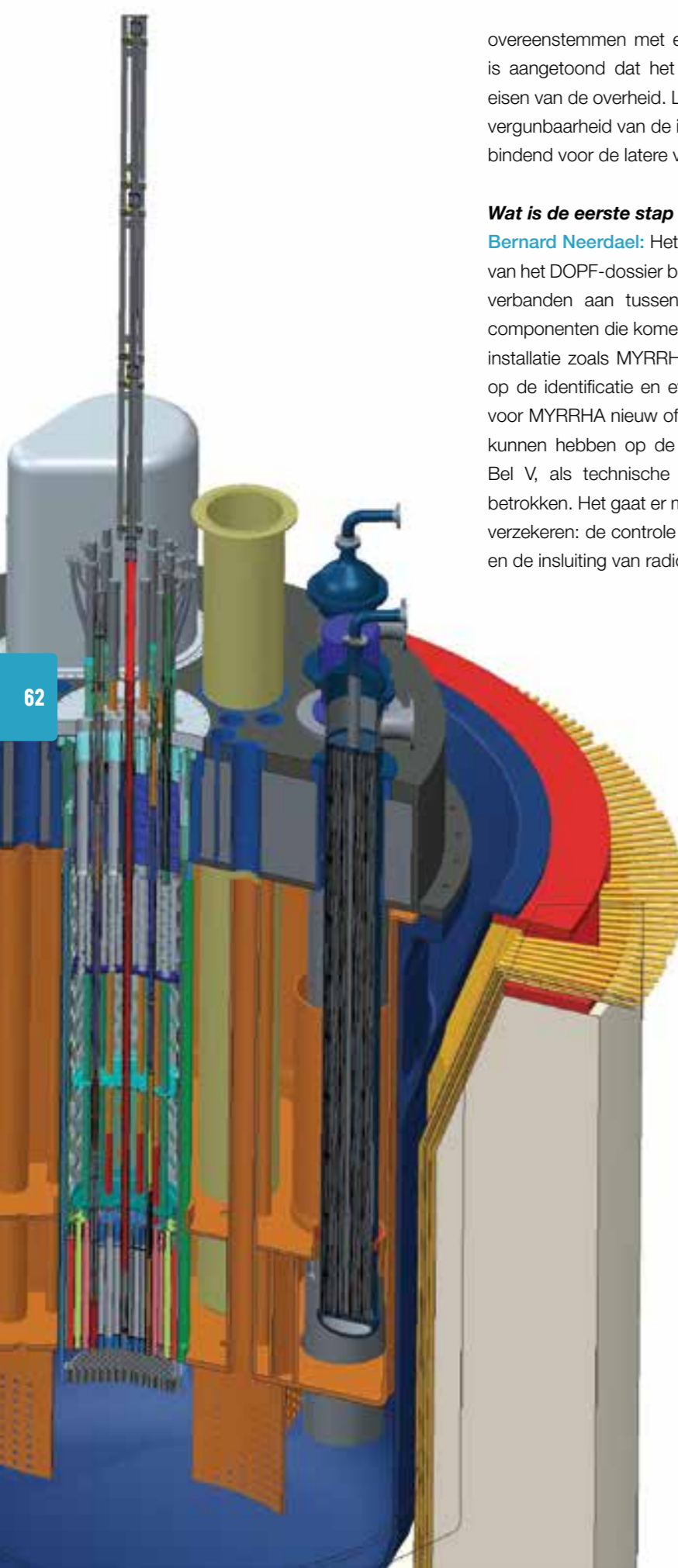
Wat staat er in 2014 op het programma?

Bernard Neerdael: Dat worden de resterende volumes van het DOPF-dossier: de keuze en verantwoording van ontwerpopties en -voorzieningen, het geïntegreerd kwaliteitsbeheersysteem, beveiligingsaspecten en de controle van nucleaire materialen (safeguards). In de loop van 2014 zullen we starten met een update van het dossier op basis van het herziene ontwerp van de installatie, recente onderzoeksresultaten en de nieuwe input van de FEED-aannemer (Front End Engineering Design). Je moet weten dat de opstart van het FEED-project in 2013 een sterke aanjager is voor veel dossiers die we behandelen. Het DOPF-dossier zal uiteindelijk ook het antwoord bevatten op alle aandachtspunten samen en dus in 2015 uitgroeien tot het referentiedocument met alle nodige informatie en bewijzen die de overheid voor de prevergunning eist.

aspecten, terwijl LNE, een afdeling van de Vlaamse overheid, de niet-radiologische aspecten zal evalueren. We moeten onder meer verschillende voorbereidende documenten opstellen. Enkele daarvan zullen de basis vormen voor openbare onderzoeken, zodat iedereen zijn zeg kan doen. En het gaat over heel de levensduur van MYRRHA, want we onderzoeken de milieueffecten van de bouw-, uitbatings- en ontmantelingsfasen van de installatie. Bij de aanvang van de vergunningsfase moet het definitieve milieueffectenrapport beschikbaar zijn voor het indienen van de bouw aanvraag bij de lokale en provinciale overheden. En dan werken we ook nog aan een voorlopig ontmantelingsplan, bestemd voor de Nationale Instelling voor Radioactief Aval en verrijkte Splijtstoffen (NIRAS).

Aan welke aspecten van licensing heeft het MYRRHA-team het voorbije jaar gewerkt?

Bernard Neerdael: Vooral aan het bespreken van en communiceren over de fiches voor de aandachtspunten, 37 in totaal, en het indienen van de eerste rapporten. Eind 2012 hebben we een eerste iteratie van volume 1 van het DOPF-dossier ingediend. Volume 1 beschrijft de systeemcomponenten van de hele installatie en hun werkwijzen. Nu hebben we in 2013 het tweede volume aan het FANC overhandigd. Daarin gaat het meestal over de veiligheidsaanpak en zijn implementatie in het ontwerpproces. We voerden geregeld besprekingen met de wetenschappelijke raad van het FANC over al deze documenten en rapporten. Verder werd recent de projectnota over milieuaspecten als eerste stap binnen het proces voor het milieueffectenrapport afgewerkt en ter evaluatie opgestuurd.



Wat zijn de doelstellingen van FEED?

Paul Leysen: Het consortium moet het ontwerpproject zo uitwerken dat we antwoord krijgen op drie vragen. *Eén:* wat zal de investering kosten? De uitkomst wordt een budgetraming met een marge van plusminus 25 percent. *Twee:* is dit innovatieve project nucleair vergunbaar? Hierop moet het FANC antwoord geven. En *drie:* hoe zal het vervolg van het project verlopen? Het antwoord op die vraag is een constructieplanning waarin het project opgedeeld wordt in een twintigtal loten voor detailengineering en constructie.



Paul Leysen
'FEED loopt tot midden 2016 in vier fasen.'



Het spreekt voor zich dat het SCK•CEN het primaire systeem – de reactor en de systemen die daarmee te maken hebben – zelf ontwikkelt, want daarvoor heeft het de knowhow in huis. De meer conventionele aspecten van de constructie worden uitbesteed aan een extern studiebureau. Wie heeft de opdracht gekregen?

Paul Leysen: In 2011 zijn we gestart met de openbare aanbesteding van deze grote opdracht. We hebben de stappen gevolgd die de wet ons oplegt en tekenden in oktober 2013 een contract met het gekozen consortium. Het is samengesteld uit Areva TA, Ansaldo Nucleare en Empresarios Agrupados, met Grontmij als onderaannemer van Areva TA. Hun opdracht is de uitvoering van het ontwerp, wat we FEED noemen, de afkorting voor *Front End Engineering Design*. Dit zal ongeveer 2,5 jaar in beslag nemen en loopt dus tot midden 2016.

Hoe pakt het aangestelde consortium zo'n omvangrijk project als FEED aan?

Paul Leysen: FEED krijgt een gefaseerde aanpak, die we onderverdeeld hebben in vier 'gekleurde fasen'. Eerst is er de gele fase. Daarin wordt het primaire nucleaire proces (de reactor, de koeling, de essentiële gebouwen, de insluiting en de nucleaire protectie) voldoende uitgewerkt zodat we een antwoord kunnen geven op de aandachtspunten van het FANC. Daarna komt de groene fase, waarin de belangrijkste kostenposten van het project geïdentificeerd en begroot worden. Als stap drie hebben we de blauwe fase: alle nodige elementen worden uitgewerkt om het FANC in staat te stellen een volledig positief prevergunningdocument op te stellen. Tot slot werkt men in de rode fase alles zo uit dat de investeringsraming, de constructieplanning, de lotdefinitie en de lastenboeken kunnen worden opgesteld.

FEED bevindt zich dus nu in de gele fase?

Paul Leysen: Klopt. Het externe consortium is bezig alle data te verzamelen die de basis voor het ontwerpwerk zullen vormen. Na een jaar zetten we een streep onder de gele fase, zo tegen eind 2014. Op het einde van de gele fase volgt een multidisciplinaire globale engineering review. Dan leggen we al het ontwerpwerk van de verschillende disciplines samen om tot één groot geheel te komen dat zal dienen als basis voor de groene fase.

MEXICO levert essentiële technologie voor MYRRHA

SCK•CEN bestudeert chemie van lood-bismut

In MYRRHA zal de legering vloeibaar lood-bismut eutecticum (LBE) dienst doen als primair koelmiddel. Er bestaan verschillende experimentele kringlopen voor lood-bismut in de wereld. De meeste zijn ontworpen voor het bestuderen van corrosie van staal in LBE of thermohydraulica van LBE. MEXICO, een testkring ontwikkeld door het SCK•CEN, is uniek omdat je er de chemie van het lood-bismut mee kunt bestuderen.

Studies van Russische en Europese onderzoeksinstituten wezen het al uit: opgeloste zuurstof speelt een belangrijke rol in het corrosieproces van staal veroorzaakt door LBE. Om dit proces onder controle te houden, moet de zuurstofconcentratie in LBE hoog genoeg zijn. Er vormt zich dan een beschermende oxidelaag op het constructiestaal. Maar te veel zuurstof is ook niet goed, want dan kan de koelvloeistof LBE zelf oxiden vormen. De controle van de zuurstof is dus essentieel als technologie om MYRRHA optimaal te laten werken gedurende de volledige geplande levensduur. Het komt erop aan zowel de zuurstof als de kwaliteit van LBE te controleren en door filtratie de verontreinigingen op een zo laag mogelijk niveau te houden.

Zuurstofcontrole door MEXICO

Speciaal om de LBE-koelvloeistoftechnologie chemisch te beheersen, ontwierp het SCK•CEN de experimentele kringloop MEXICO (Mass EXchanger In Continuous Operation). Het eerste en belangrijkste doel van MEXICO is een zuurstofcontrolesysteem te ontwikkelen voor MYRRHA. De in LBE opgeloste zuurstof zal



worden verbruikt door oxidatieprocessen van constructiestaal in het primaire systeem van MYRRHA. Om de zuurstofconcentratie op peil te houden, moet de zuurstof op gecontroleerde wijze worden toegediend in LBE. Dat kan met behulp van verdund zuurstofgas, vaste oxide of een methode met elektrochemische zuurstofpompen. Momenteel loopt er onderzoek voor alle drie methoden.

Als eerste optie voor MYRRHA werd een zuurstofcontrolesysteem gekozen dat gebruikmaakt van een wisselaar in vaste loodoxidemassa. De ingenieurs bestuderen de kenmerken van loodoxide massa-uitwisseling in LBE op het vlak van kinetiek, chemische stabiliteit en beheersbaarheid.

“ MEXICO is een unieke testkring omdat je er de chemie van lood-bismut eutecticum mee kunt bestuderen. ”

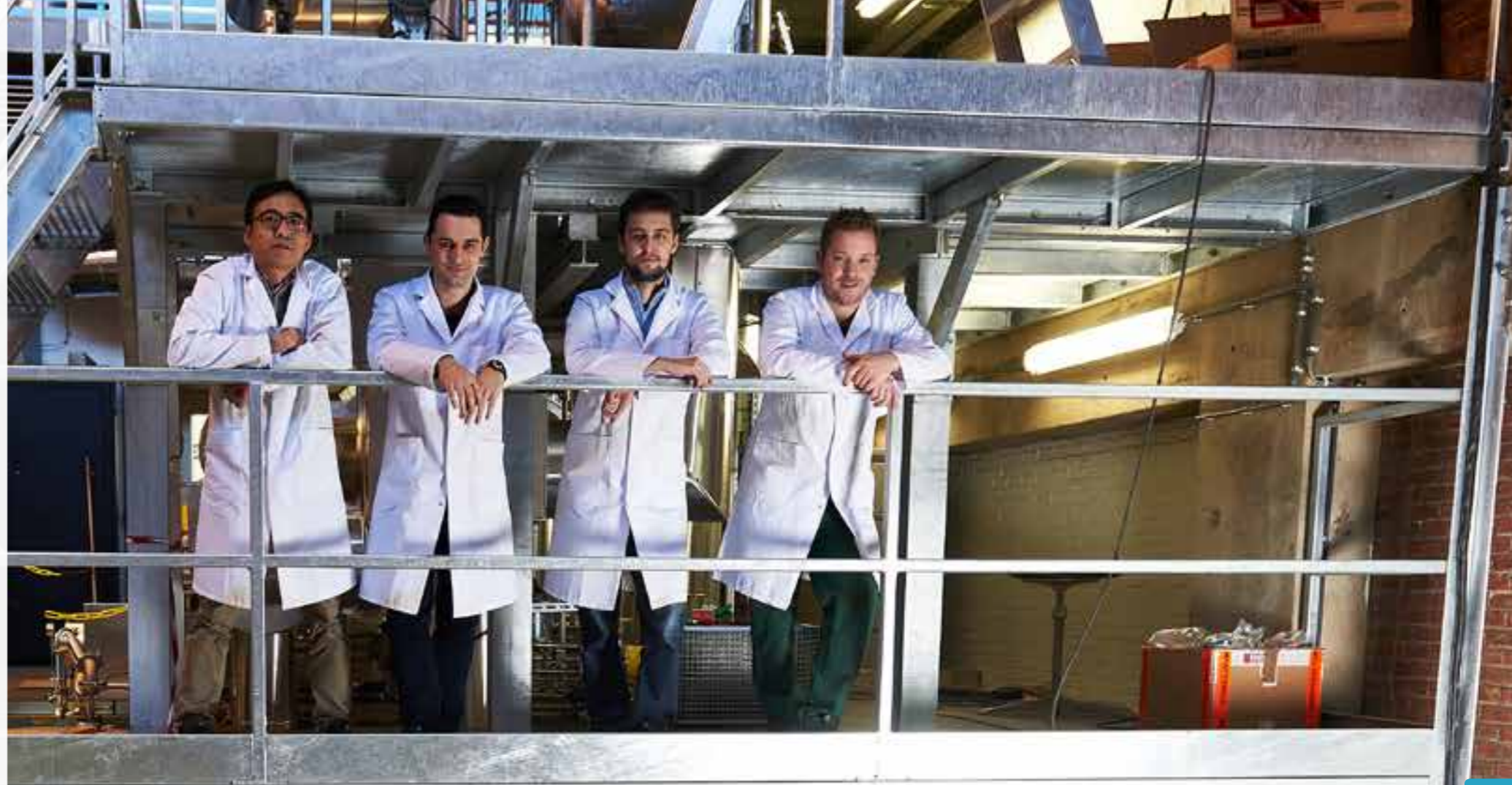
Numeriek model voor zuurstofmassaoverdracht

Om de zuurstofconcentratie in het primaire systeem van MYRRHA te voorspellen, heeft het SCK•CEN een numeriek model voor zuurstofmassaoverdracht in LBE ontwikkeld via een commerciële CFD-code (Computational Fluid Dynamics of numerieke stromingsleer). Het model zal worden gevalideerd aan de hand van experimentele resultaten in MEXICO. Daarna is het gevalideerde model klaar voor gebruik in de simulatie van MYRRHA en het opstellen van een controlesysteem dat de zuurstof regelt op basis van de zuurstofconcentratie. Een bijkomend doel van MEXICO is het testen van het filtratiesysteem voor de zuivering van LBE.

Unieke testkring

Door de koppeling van twee verwarmingszones en twee warmtewisselaars zijn er in MEXICO drie temperatuurzones in plaats van twee zoals bij de meeste LBE-testkringen. Deze flexibiliteit stelt de onderzoekers in staat om de koelvloeistofchemie efficiënt te bestuderen in een breed temperatuurbereik. In totaal werden 23 zuurstofsensoren in MEXICO geplaatst op verschillende posities van de hoogste naar de laagste temperatuurzone. Zo kan de verandering van de zuurstofconcentratie doorheen de hele kringloop gevolgd worden. De sensoren zullen informatie geven voor de validatie van het numerieke model van zuurstofmassaoverdracht in LBE. MEXICO omvat ook twee filtratiesystemen om gesuspendeerde vaste verontreinigingen en opgeloste onzuiverheden te scheiden.

Eind 2012 voltooide het SCK•CEN het uiteindelijke engineeringontwerp. Een jaar later was de bouw helemaal klaar. MEXICO is het resultaat van een vruchtbare samenwerking tussen de eenheid *Conditionerings- en Scheikunde Programma* en het *Teken- en Studiebureau*. Naast het ontwerp en de bouw zijn in 2013 belangrijke technologieën ontwikkeld en gevalideerd voor de werking van MEXICO, zoals de fabricageprocessen voor loodoxidekogels van hoge kwaliteit en nieuwe sensoren voor het meten van zuurstof in een lage temperatuurzone. Begin 2014 start een grote experimentele campagne die vruchtbare input zal leveren voor MYRRHA.



Mijlpaal voor FREYA

Koninklijk Besluit bevestigt uitbatingsvergunning

Op 6 november 2013 was het eindelijk zover: het Belgisch Staatsblad publiceerde de uitbatingsvergunning van de VENUS-reactor als Koninklijk Besluit. De eerste experimenten rond de subkritikaliteitsbepalingen konden beginnen. Maar daar ging een intense commissioningfase aan vooraf.

Twee jaar geleden bracht het GUINEVERE-project een wereldpremière voor de VENUS-reactor. Het SCK•CEN slaagde erin om een versneller in continue mode (GENEPI-3C) te koppelen aan een snelle reactor (VENUS-F) met een loodkern. Dat onderzoeksproject maakte deel uit van het zesde kaderprogramma van de Europese Commissie. In deze installatie konden voortaan onderzoeksprojecten plaatsvinden die van essentieel belang zijn om een versneller aangedreven systeem (Accelerator Driven System of ADS) te ontwikkelen, het uiteindelijke doel van het MYRRHA-project.

Daarom ging in maart 2011 het FREYA-onderzoeksproject van start: een Europees project in het zevende kaderprogramma, dat gecoördineerd wordt door het SCK•CEN. In totaal nemen 16 verschillende instituten deel. Een

belangrijke partner is het Franse *Centre national de la recherche scientifique* (CNRS), dat de GENEPI-3C-versneller voor GUINEVERE ontwikkeld heeft. Het CNRS heeft de versneller geïnstalleerd en samen met het SCK•CEN voor het eerst gekoppeld aan de VENUS-F-reactor. Ook belangrijk is het Franse

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), dat de uraniumbrandstof voor de reactor leverde.

Codes valideren en techniek ontwikkelen

FREYA staat voor *Fast Reactor Experiments for hYbrid Applications* en heeft twee hoofddoelen. *Een*: een techniek ontwikkelen om online de subkritikaliteit van een ADS te meten. In tegenstelling tot een gewone reactor is een ADS altijd licht subkritisch (zie pagina 57). Het is dus nodig op elk moment de subkritikaliteit van de reactor te kennen om hem veilig te kunnen uitbaten. *Twee*: berekeningscodes valideren die gebruikt zullen worden voor MYRRHA. Door de resultaten van experimenten en berekeningen te vergelijken, kunnen de codes geoptimaliseerd en uiteindelijk gevalideerd worden.

Subkritikaliteit online meten

Het FREYA-project is verdeeld in verschillende technische werkpakketten. De onderzoekstaken in het eerste pakket zijn volledig gericht op het ontwikkelen en valideren van een methode om de subkritikaliteit online te meten. Dat gebeurt in meerdere subkritische reactor-kernen die representatief zijn voor een ADS. Er worden verschillende parameters onderzocht die essentieel zijn om later een uitbatingsvergunning voor een ADS te verkrijgen. Zo testen de onderzoekers bijvoorbeeld de



toepasbaarheid van de meettechniek in een 'diep-subkritische' reactor-kern, een situatie die zal voorkomen tijdens het laden van een ADS.

Het tweede en derde werkpakket zijn gericht op de validatie van berekeningscodes die voor MYRRHA gebruikt zullen worden. Deze studies zijn nodig voor het design en de vergunning van MYRRHA. De onderzoekers gaan na welke reactor-kernen (kritisch en subkritisch) in VENUS-F geladen kunnen worden die zo representatief mogelijk zijn voor MYRRHA. Nadat de kernen gedefinieerd zijn, worden ze geladen en volgt een nieuwe experimentele campagne. Ook deze experimenten worden gesimuleerd met de berekeningscodes. De vergelijking van de experimentele en de berekende resultaten maakt het mogelijk de berekeningsmethodes te optimaliseren en te valideren voor MYRRHA.

Loodgekoelde snelle reactor

Tot slot wordt er in VENUS-F een reactor-kern geladen die zo representatief mogelijk is voor de loodgekoelde snelle reactor (Lead cooled Fast Reactor of LFR). Deze studies zijn nodig voor het ontwerp en de vergunning ervan. Een van de FREYA-partners, Ansaldo Nucleare, is trouwens verantwoordelijk voor het ontwerp van zo'n industriële LFR.

Commissioningfase

De commissioningfase omvat alle testen en de bijbehorende rapportering die nodig zijn om een uitbatingsvergunning voor de installatie te verkrijgen van de overheid. De eerste testen met de kritische reactor-kern waren erop gericht om het kerncertificaat op te stellen. Het ging concreet om het kalibreren van de veiligheidsstaven en de controlestaven, en het bepalen van het stralingsveld rond de reactor en de maximale neutronenflux.



“ Op 6 november 2013 was het eindelijk zover: het Belgisch Staatsblad publiceerde de uitbatingsvergunning van de installatie. De eerste experimenten rond de subkritikaliteitsbepalingen konden beginnen. ”



Nadat de kritische kern helemaal getest was, werden de vier centrale assemblages ontladen om een subkritische kern te verkrijgen en om de versneller te kunnen plaatsen. Op 12 oktober 2011 werd met succes voor de eerste keer een deeltjesversneller gekoppeld aan een snelle loodreactor. Daarna begonnen de nodige commissie-testen in deze ADS-configuratie.

Het onderzoeksteam rapporteerde uitvoerig de resultaten en stuurde de nodige documenten naar de overheid om een vergunning van de installatie te verkrijgen. En dan was het met spanning afwachten ... Ondertussen kregen de medewerkers van de eenheid *Besturing Nucleaire Systemen* opleidingen om zowel de reactor als de versneller uit te baten. Op 6 november 2013 was het eindelijk zover: het Belgisch Staatsblad publiceerde de uitbatingsvergunning van VENUS-F. De eerste experimenten rond de subkritikaliteitsbepalingen konden beginnen.

Aftrap experimentele programma

Het doel is een techniek te ontwikkelen en te valideren om de subkritikaliteit van een ADS te meten. Dat zal gebeuren in de huidige subkritische kern. Zodra de techniek er is, volgen speciale experimenten om de robuustheid van de techniek te onderzoeken met het oog op MYRRHA. Zo zijn er bijvoorbeeld in MYRRHA speciale posities voorzien voor de productie van radio-isotopen of voor het testen van nieuwe materialen en brandstoffen in goed bekende experimentele condities die onafhankelijk zijn van de reactorcoolvloeistof. Deze zullen in de VENUS-F-reactor gesimuleerd worden om te onderzoeken of ze een invloed hebben op de subkritikaliteitsmetingen. Daarna begint het laden van de kern die representatief is voor MYRRHA. Dit zal de start zijn van het volgende technische werkpakket in het FREYA-project.

1000

watt
het maximale
vermogen van de
VENUS-installatie



Peter Baeten

Instituutsdirecteur
Geavanceerde Nucleaire
Systemen

1000 watt is het maximale vermogen van de VENUS-installatie voor het GUINEVERE-project. Dit is vergelijkbaar met de verlichting in een doorsnee woning en 100 000 keer kleiner dan in MYRRHA. Toch kunnen we met deze installatie de volledige fysische eigenschappen van de reactorkern van MYRRHA bestuderen. De neutronen die er rond vliegen, weten nu eenmaal niet of ze met 10 of met 1 miljoen zijn. VENUS is gemaakt als een meccano waar we alle onderdelen vlot kunnen wijzigen, zodat de vele representatieve experimenten voor MYRRHA eenvoudig uitgevoerd kunnen worden.



Veiligheid
als
topprioriteit

05

219

studies en acties
in het kader van
veiligheid



Fernand Vermeersch

Hoofd Interne Dienst voor
Preventie en Bescherming
op het Werk (IDPBW)

De veilige uitbating van nucleaire installaties is van uiterst belang, vandaar dat om de tien jaar de organisatie en de installaties van het SCK•CEN onderworpen worden aan een omvattende veiligheidsevaluatie. Samen met de initiatieven die voortvloeien uit de stresstests, hebben we momenteel 219 studies en acties op veiligheidsgebied voorzien tot 2018. Het optimaliseren van de veiligheid is een permanente zorg die niet enkel een belangrijke inzet vergt van mensen en middelen maar ook een visie op lange termijn.

Groen licht voor methodologienota

Periodieke veiligheidsevaluatie 2016 is gestart

Elke tien jaar wacht de nucleaire installaties van klasse I een grondige controle. De overheid en de exploitant evalueren daarmee periodiek en gedetailleerd de veiligheid in de installaties. Zo'n evaluatie is een lang proces en kan pas van start gaan als de manier van onderzoeken goedgekeurd is door de overheid. In de zomer van 2013 kwam er goed nieuws, want het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) gaf groen licht om de veiligheidsevaluatie te starten.

Hoe gezond is een nucleaire installatie van klasse I? Hoe zal ze zich gedragen in de komende tien jaar? Moeten er bepaalde dingen gedaan worden om veroudering op te vangen? Welke aanpassingen aan nieuwe normen zijn er nodig? Zijn de structuur en de methodiek van de organisatie nog altijd slagvaardig genoeg om de installatie veilig uit te baten? Zijn de veiligheidsstudies aangepast aan de recentste normen en technieken?

Al die vragen kwamen ter sprake in de voorbereidende fase van de veiligheidsanalyse van de installaties van klasse I. Het gaat in totaal om 15 factoren in zes grote domeinen: de veiligheids-toestand van de installatie, veiligheidsanalyses, performantie- en ervaringsbeheer, beheer en organisatie, milieu-impact en stralingsbescherming. Geen eenvoudige opdracht, want het Studiecentrum voor Kernenergie telt negen installaties van klasse I.

Methodologienota

In de voorbereidende fase staken de verantwoordelijken van de verschillende installaties eerst de koppen samen met de eenheid *Fysische Controle*. Dat interne overleg vormde de basis om de reikwijdte en methodologie van de veiligheidsherziening vast te leggen. De methodologie moest beantwoorden aan de nieuwe richtlijnen van het FANC. Pas als het Agentschap de methodologienota goedkeurde, mocht het SCK•CEN starten met de concrete veiligheidsanalyse.

TE ONDERZOEKEN INSTALLATIES

- Reactor BR1
- Reactor BR2
- Reactor BR3 (in ontmanteling)
- Nulvermogen kritische faciliteit VENUS
- Hot-cel-laboratoria
- Laboratoria voor radiochemie
- Laboratoria voor radiobiologisch en radio-ecologisch onderzoek
- Centrale Buffer Zone (tussentijdse opslag van radioactief afval)
- Gebouw voor nucleaire kalibraties

“ De implementatiefase is het orgelpunt en start in 2017. ”

Midden 2013 was de goedkeuring een feit: de volgende drie jaar zijn gereserveerd voor de detailevaluatie van de veiligheidsfactoren zoals die in de methodologienota beschreven staat.

Trapsgewijze aanpak

Kenmerkend voor de installaties van het SCK•CEN is hun grote verscheidenheid: werkzaamheden, risico, uitbating, personeel, complexiteit, leeftijd ... er zijn heel wat verschillen. Daarom is een *graded approach* of trapsgewijze aanpak van de veiligheidsanalyse het best, zoals ook het Internationaal Agentschap voor Atoomenergie (IAEA) voorstelt. Bovendien is het efficiënter bepaalde veiligheidsfactoren op site-niveau te behandelen, eerder dan op het niveau van de individuele installatie. Een voorbeeld daarvan is de evaluatie van de stralingsbescherming.

Evaluatie en implementatie

Uit de detailevaluatie van de verschillende veiligheidsfactoren volgt een verslag per factor en per installatie. Daarna komt er een globaal evaluatieverslag met verbeteringsvoorstellen en de planning voor de uitvoering ervan. De implementatiefase is het orgelpunt en start in 2017: de voorgestelde verbeteringen worden onder toezicht van het FANC concreet toegepast.

Een aantal verbeteringsacties in de installaties of organisatie is trouwens het gevolg van gebeurtenissen buiten het SCK•CEN. Zo hebben eerdere incidenten zoals het ongeval in het Japanse Fukushima geleid tot veiligheidsevaluaties die gebaseerd zijn op de feedback over die specifieke gebeurtenissen.



Beter toegankelijk en meer watervoorraad

Ingrijpende maatregelen voor brandbestrijding in bosgebied

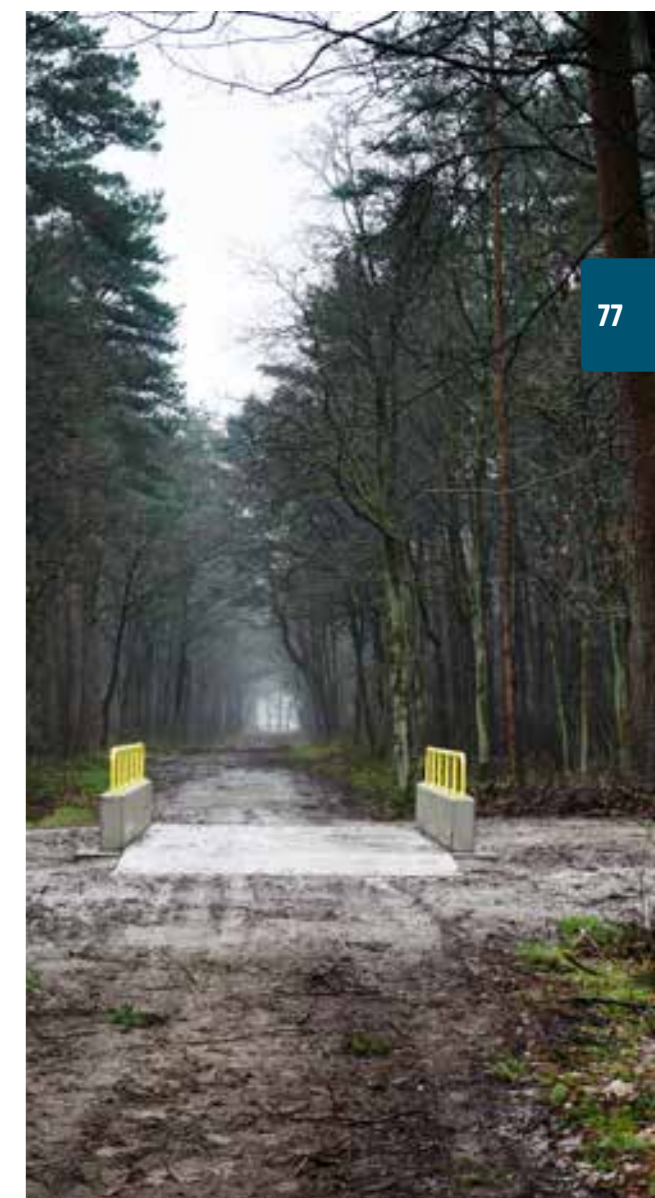
Er is een bosbrand ontstaan op het grondgebied van het SCK•CEN. De bedrijfsbrandweer en de collega's van Mol rukken uit. Ze maken gebruik van de aanlegkades om water uit het kanaal te pompen. Via de bruggen in het bos rijden de brandweerwagens tot bij de brandhaard om die te bestrijden. Wees gerust, het is een oefening. Maar die vindt wel plaats in 2014.

Na een audit over de brandveiligheid bij het SCK•CEN bleek dat er meer werk gemaakt moest worden van de middelen en mogelijkheden om brandhaarden te bestrijden die de site van buiten af kunnen bedreigen. Het grondgebied van het SCK•CEN is met een oppervlakte van 335 hectare nu eenmaal tien keer groter dan het technisch domein. Bovendien liggen er flink wat hectare bos langs het kanaal Bocholt-Herentals. De auditoren stelden de terechte vraag: wat gaat het SCK•CEN doen als er in het bos brand uitbreekt?

Het SCK•CEN levert al heel wat inspanningen om brand te voorkomen, onder meer door in het bosgebied dorre takken te verwijderen, bomen te rooien en brandwegen vrij te houden. En bij droog zomerweer voert de interne brandweer sensibiliseringsacties om de medewerkers ertoe aan te zetten geen vuurhaarden te maken en niet te roken in de bosomgeving. Het korps houdt in die periode een extra oogje in het zeil.

Verbeterpunten voor brandbestrijding

Voorkomen is beter dan genezen. Maar het is niet genoeg, want het bosgebied rond het SCK•CEN is minder gunstig gelegen:





de overheersende windrichting zou een brand snel kunnen doen oprukken naar de site. Na de audit startte het SCK•CEN een overlegronde met de lokale brandweer, verzekeraars en overheden. De openbare brandweer formuleerde een officieel advies: de preventieve maatregelen voldoen, maar voor de brandbestrijding zijn er verbeterpunten. Er is een grotere voorraad bluswater nodig en de brandweerwagens moeten alle plaatsen in het bos kunnen bereiken.

Zes waterputten, twee bruggen en twee aanlegkades

In de eerste plaats was er meer water nodig. Daarom zijn er op zes strategische plaatsen in het bos bluswaterputten aangelegd. Per minuut kan de brandweer tot 1000 liter uit zo'n put halen.

De brandweer moet natuurlijk bij dat water kunnen komen en ze moet toegangs- en vluchtwegen hebben. Dat was in de praktijk niet haalbaar: het bos wordt in tweeën gesneden door het riviertje de Breilooop. Daarom zijn er nu twee bruggen aangelegd die de brandweer vrije toegang geven. In natuurgebied lag de constructie van die bruggen niet voor de hand. Er kwam heel wat studiewerk bij kijken, want de bruggen moeten een brandweervoertuig van 15 ton kunnen dragen.

“ Brandweerwagens kunnen nu tot bij het kanaal rijden om brandweerpompen op te stellen. ”

Bij een grote brand is er veel water nodig. Dankzij het nabijgelegen kanaal heeft het SCK•CEN een enorme watervoorraad bij de hand, op voorwaarde dat de brandweer gemakkelijk dat kanaal kan bereiken. Dat bleek niet te kunnen, want parallel met het kanaal ligt een weg en staat een rij bomen. Het SCK•CEN heeft daarom in het verlengde van de nieuwe bruggen twee aanlegkades gebouwd. Brandweerwagens kunnen nu tot bij het kanaal rijden om brandweerpompen op te stellen en water op te pompen.

Huzarenstukje

Het hele project was een huzarenstukje. De *Centrale Technische Diensten* van het SCK•CEN werden geconfronteerd met complexe bouwmethodes. Zo zijn de overbruggingen op putfunderingen gebouwd. En voor het kanaal waren zware damplanken nodig om de bouw van de aanlegkades mogelijk te maken.

Uit de recent uitgevoerde analyses voor de stresstest van het SCK•CEN kwam ook naar voren dat één aanlegkade bij grootschalige incidenten een cruciale rol zal spelen om het technisch domein zelf van bluswater te voorzien. Alle constructies zijn in 2013 tijdig opgeleverd en zijn gebruiksklaar voor oefeningen en interventies bij bosbrand door de bedrijfsbrandweer van het SCK•CEN en de openbare brandweerkorpsen van Mol en Geel.



Hoe snij ik een terrein in twee stukken?

Naar een definitieve opdeling tussen het SCK•CEN en VITO

In 1991 nam de overheid een beslissing: er kwam een opsplitsing van het nucleaire en het niet-nucleaire onderzoek van het SCK•CEN. De niet-nucleaire activiteiten werden overgedragen aan het Vlaamse Gewest en VITO zag het levenslicht. Ook de gronden en gebouwen werden aangesneden: een derde Vlaams en twee derde federaal. Gevolg: een erg grillige taartvorm.

De gronden van de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) en de gronden van het SCK•CEN liggen kriskras door elkaar. De verdeling is kunstmatig en er zijn geen duidelijke helften. Een logische opdeling heeft verschillende voordelen: beide terreinen zijn efficiënter te onderhouden en te beveiligen. Toch is dit gemakkelijker gezegd dan gedaan. Herindelen en herverdelen heeft zijn invloed op de uitbating en wijziging van installaties en op de ondergrondse infrastructuur. Denk maar aan gas, water, elektriciteit en telecommunicatie.

Strengere beveiliging

De Centrale Technische Diensten van het SCK•CEN onderzochten hoe ze de terreinindeling konden wijzigen om te voldoen aan de eisen van de overheid voor de beveiliging van de site en om te komen tot een logischere indeling. Het moest technisch haalbaar zijn om een omheining rond het terrein te plaatsen en een nieuwe hoofdingang met een striktere toegangscontrole te bouwen. Snel werd duidelijk dat beide organisaties terreinen moesten ruilen en gebouwen overdragen.

“ Door een logische opdeling zijn beide stukken terrein efficiënter te onderhouden en te beveiligen. ”

Geven en nemen

Het was een kwestie van geven en nemen. Het SCK•CEN krijgt 12,31 hectare grond van VITO en geeft 5,55 hectare aan zijn buur. Ook naar het SCK•CEN gaan de gebouwen energie, blok 3 scheikunde, cafetaria en documentatie. Drie andere gebouwen blijven van VITO, maar de gronden worden eigendom van het SCK•CEN.

Het resterende saldo wordt gecompenseerd door de bouw van een nieuwe cafetaria voor VITO door het SCK•CEN en de overdracht van bosgronden aan VITO.

Nieuwe hoofdingang

Een opmerkelijke ingreep is de bouw van een nieuwe hoofdingang voor het SCK•CEN. Het terrein wordt steeds strenger beveiligd en dat zal zich ook weerspiegelen in de hoofdingang. Die komt op het terrein van de huidige cafetaria en documentatiecentrum. Er wordt op dit terrein ook een nieuwe cafetaria gebouwd, die na de bouw eigendom zal worden van VITO. Het terrein van VITO behoudt een open karakter, wat logisch is. Het SCK•CEN-domein daarentegen zal, net zoals nu, volledig afgesloten zijn.

Splitsing tegen eind 2016

De volledige splitsing is eind 2013 juridisch geregeld. De volgende jaren hebben VITO en het SCK•CEN een berg werk voor de boeg, onder meer de huidige cafetaria afbreken en een nieuwe bouwen, net als de nieuwe hoofdingang. Om de twee terreinen écht te scheiden, komt er een omheining. En natuurlijk zal hier en daar de wegeninfrastructuur aangepast moeten worden. Tegen eind 2016 moet de nieuwe opdeling voor iedereen zichtbaar zijn.





**Van
onderzoek
naar
business**

06

In zes jaar tijd zijn onze eigen inkomsten verdubbeld. Toch is een bijdrage van de federale overheid die 50 procent van onze jaarlijkse werkmiddelen garandeert, een absolute noodzaak om de continuïteit en uitmuntendheid van ons onderzoek te verzekeren. Voor het vervullen van onze maatschappelijke opdracht kunnen we alvast rekenen op het professionalisme en enthousiasme van meer dan 700 medewerkers en 70 doctoraatsstudenten.



Christian Legrain

Secretaris-generaal

meer
inkomsten
in zes jaar

Sterkere kankerbehandeling dankzij nieuwe technologie

DoseVue, de eerste spin-off van het SCK•CEN

Interview met
Emiliano D'Agostino,
DoseVue managing
director

Hoe is DoseVue ontstaan? Kwam er op een bepaald moment een vraag uit de medische sector?

Emiliano D'Agostino: Ik werk voor het SCK•CEN sinds 2008 mee aan projecten waarin radiotherapie een grote rol speelt. Die projecten lopen altijd in samenwerking met de medische sector, waar ik een achtergrond in heb. Clinici stelden ons een pertinente vraag: 'We bepalen de bestralingsdosis aan de hand van computerberekeningen. Natuurlijk verifiëren we veel gegevens op het niveau van de atomen, maar niet op de patiënten en zeker niet op de tumor. Bestaat er een methode om de toepassing van de dosis preciezer te berekenen?' Door de meest recente technologische evoluties kan men vrij hoge dosissen aan de tumor geven. Maar het is cruciaal om zeker te zijn dat die dosissen goed zitten. Aan die verfijning werken we.

Met wereldwijd jaarlijks 12,6 miljoen nieuwe gevallen en 7,5 miljoen doden blijft kanker een groot probleem voor de volksgezondheid. Als deel van hun behandeling ondergaat 50 tot 60 procent van de patiënten radiotherapie – soms in combinatie met heelkundige ingrepen of geneesmiddelen. DoseVue nv, de eerste spin-off van het SCK•CEN, ontwikkelt een technologie om de werking van radiotherapie in hoge dosissen preciezer en doeltreffender te maken. Emiliano D'Agostino is een van de twee partners die aan de wieg staan van DoseVue, een piepjonge veelbelovende onderneming die in Hasselt gevestigd is.

Wat is het probleem bij hoge bestralingsdosissen?

Emiliano D'Agostino: Het is mogelijk de doeltreffendheid van radiotherapie te optimaliseren als de tumor een hoge stralingsdosis krijgt. Maar de bestraling van het gezonde weefsel moet minimaal blijven. Weet je dat vandaag in kankerbehandeling een tumor tot tien keer de standaarddosis kan worden toegediend? Daarom is er in de klinische routine van radiotherapie een grote nood aan een niet-invasief dosimetriesysteem op de plaats van de tumor, vooral dus bij hoge doseringen in één enkele behandeling.

Akoestisch gedrag

Wat is precies de technologie die DoseVue ontwikkelt?

Emiliano D'Agostino: Door de vraag uit de klinische wereld zijn we op het idee gekomen contraststoffen te gebruiken om een dosis te meten op een minimale invasieve manier. DoseVue's technologie is volledig nieuw en bestaat uit drie grote delen. *Eén:* de kernelementen in het dosimetriesysteem zijn doelgerichte en stralingsgevoelige biocompatibele microdeeltjes met een diameter van enkele micrometer. Hun oppervlak is bezet met liganden (een soort molecule of ion) die een verbinding maken met specifieke tumorreceptoren. *Twee:* bij blootstelling aan ioniserende straling tijdens de radiotherapiebehandeling veranderen de eigenschappen van de microdeeltjes. Die veranderingen in de fysieke eigenschappen worden weerspiegeld in het akoestische gedrag van de microdeeltjes. Precies dat gedrag is meetbaar door ultrasone systemen. *Drie:* geavanceerde signaalverwerkingsalgoritmen vergelijken de ultrasone gegevens voor en na de bestraling. De dosisinformatie zit gecodeerd in de akoestische signalen en wordt uiteindelijk omgezet in een driedimensionaal dosisverdelingsbeeld. Het systeem zal resultaten geven online en in real time.

Zult u daar ook eigen toestellen voor ontwikkelen?

Emiliano D'Agostino: Het idee is om bestaande ultrasoonscanners te gebruiken: om onze technologie in de markt te zetten, moeten we de techno-

logiedrempel zo laag mogelijk houden. Een totaal nieuw toestel zou de introductie niet bevorderen. En het is gewoon een sterk punt dat onze technologie op bestaande toestellen werkt: ultrasoonscanners zijn in de medische sector praktisch overal aanwezig. DoseVue ontwikkelt software die de signalen van het toestel kan lezen, analyseren en omzetten in een dosisbeeld, de zogenoemde *dosismap*. Het zou ideaal zijn als wij artsen een laptop leveren waarop de software geïnstalleerd staat. Ze moeten die dan gewoon op de ultrasoonscanner aansluiten.

8 jaar en 20 miljoen

Hoe ver gaat u nu concreet met de ontwikkeling van de technologie als product?

Emiliano D'Agostino: Onze technologie bestaat uit twee componenten: de software en het materiaal. We hebben via DoseVue en een aantal partners fondsen binnengehaald waardoor we nu de ruimte hebben om tegelijkertijd beide te ontwikkelen. Voor de software zijn er al verschillende modules klaar. Natuurlijk is dat experimentele software, nog niet afgewerkt voor gebruik in de markt. Nu zijn we vooral bezig om nieuwe materialen te ontwikkelen en de degelijkheid van de technologie aan te tonen op een in-vivomodel.



“ Het zou ideaal zijn als wij artsen een laptop leveren waarop de software geïnstalleerd staat. Ze moeten die gewoon op de ultrasoonscanner aansluiten. ”

De volgende stap is industrialisatie van het product: we willen de software een aantrekkelijke grafische omgeving geven, zodat de artsen maar enkele keren hoeven te klikken om resultaat te krijgen. Ik vind het belangrijk om te vertrekken van die artsen: we doen geen ontwikkeling zonder eerst te polsen of zij het nodig vinden. De technologie wordt door de regelgevende overheden gezien als een geneesmiddel want het product wordt intraveneus toegediend. Dat betekent een proces van preklinische en klinische validatie; we spreken van een traject van acht jaar. We hebben door een expert in regelgeving een budgetraming laten opmaken voor de totale kosten: 20 miljoen euro. Veel geld, maar in vergelijking met een klassiek medisch product is dat weinig.

Wat staat er nu meteen op het programma?

Emiliano D'Agostino: In de twee volgende jaren zullen we de software afwerken tot aan een eerste prototype en de in-vivotests doen. Dat lijkt misschien lang maar we zijn op dit ogenblik maar met twee medewerkers bij DoseVue – mijn collega Jeroen Hermans en ikzelf, een zeer horizontale structuur! Daarnaast werken we met academische partners

en ziekenhuizen, namelijk UHasselt, KU Leuven, UZ Gasthuisberg en UZ Brussel. We krijgen ook nog de hulp van drie doctorandi.

DoseVue is een nv. Van welke partners krijgt DoseVue fondsen?

Emiliano D'Agostino: We hebben een subsidie van de Euregio Maas-Rijn om een deel van onze activiteiten te financieren. Ook KU Leuven en UHasselt ontvangen interne middelen om mee te werken aan het DoseVue-project. Zodra we een in-vivoconcept hebben gerealiseerd voor onze technologie, kunnen we bij andere partners gaan aankloppen. Deze zeer belangrijke mijlpaal zal ons echte kansen bieden om een eerste kapitaalsverhoging uit te voeren. We hebben trouwens al de eerste contacten gelegd en we zijn ook op zoek naar andere gebieden waar onze technologie kan worden toegepast. Daarom zijn we bezig een aantal nieuwe producten te ontwikkelen waarmee we sneller op de markt kunnen komen, zonder de focus te verliezen.

Starten in de Verenigde Staten

Richt DoseVue zich alleen op België of start u meteen wereldwijd?

Emiliano D'Agostino: België is een klein land. We hebben hier per jaar 60 000 nieuwe kankerpatiënten. Wereldwijd zijn er dat 15 miljoen tegen 2020. Je ziet dus onmiddellijk de proporties. Op het gebied van regelgeving starten veel biotechnologische bedrijven trouwens in de Verenigde Staten. Als je daar de goedkeuring van de *Food and Drug Administration* krijgt, dan heb je meteen toegang tot een grote markt. De stap naar andere landen is dan ook gemakkelijker.

Hebt u er een idee van hoe DoseVue zich als bedrijf zal ontwikkelen? Twee mensen blijven dat niet bolwerken ...

Emiliano D'Agostino: Het gaat op dit ogenblik allemaal erg snel. We zitten nu tegen onze limiet. Als we onze alternatieve toepassingen duidelijk kunnen omschrijven, zullen er fondsen komen om een derde persoon aan te werven. Zodra we de stap zetten van onderzoek en ontwikkeling naar het maken van prototypes, moeten we zeker andere expertises in huis halen: regelgeving, sales & marketing, ... Die disciplines hebben we nu niet, maar later gaan ze zeker even belangrijk zijn om ons product aan de man te brengen.

Kunt u de link met het SCK•CEN dan nog behouden?

Emiliano D'Agostino: Het SCK•CEN is vandaag aandeelhouder in het bedrijf DoseVue. Het zou voor ons mooi zijn om altijd te kunnen gebruikmaken van zo'n kenniscentrum. We zijn het eerste kind van het SCK•CEN en samen staan we sterker!

Naar een solide en gediversifieerde financiële basis

Interview met
Christian Legrain,
secretaris-generaal



Het Studiecentrum voor Kernenergie zal de volgende jaren stevig in de buidel moeten tasten, want er staan grote investeringen op het programma. Boven op de onmisbare middelen van de federale overheid zullen de eigen inkomsten aanzienlijk moeten stijgen. Hoe gaat het SCK•CEN die uitdaging aan? Een interview met secretaris-generaal Christian Legrain.

Hoe ziet het inkomstenplaatje van het SCK•CEN er anno 2013 uit? Is de federale overheid nog altijd de grote geldschieter?

Christian Legrain: Het klopt dat het Studiecentrum voor Kernenergie in het verleden sterk afhankelijk was van de federale overheid maar nu is dat minder het geval. Al behoorlijk wat jaren bevinden we ons op een niveau van 50 procent: de ene helft komt van een federale dotatie en de andere helft van Europese programma's en klanten in verschillende domeinen. In de toekomst zal de federale overheid haar bijdrage zeker niet drastisch verhogen gezien de budgettaire problemen in België en de hele Europese Unie. Het is dus wel duidelijk dat we meer in onze eigen behoeften zullen moeten voorzien.

Aan welk percentage denkt u?

Christian Legrain: Het percentage zal waarschijnlijk op hetzelfde niveau blijven maar vergeet niet dat ons personeelsbestand gestegen is van 600 naar 712 medewerkers (680 voltijds equivalenten), plus nog een zeventigtal doctoraatsstudenten. Daardoor wordt onze kostenstructuur zwaarder. We blijven voor 45 tot 55 procent afhankelijk van de overheid maar het grote MYRRHA-project heeft onze situatie ingrijpend gewijzigd. Het SCK•CEN heeft meer mensen aangetrokken en er zijn hogere investeringen in de huidige fase van het design. Natuurlijk krijgen we op dit ogenblik nog steun van de federale overheid voor MYRRHA zoals het voorzien was voor de periode 2010-2014. Het volledige project (design en investering) wordt gesteund a rato van 40 procent door de federale overheid. De rest moeten we ergens anders zien te vinden. En dat is een aanzienlijk bedrag. Daarom maken we al enkele jaren werk van het smeden van wereldwijde partnerschappen. We hopen dat internationale consortium binnen de volgende 18 maanden te concretiseren.

Zijn de investeringen dan zo zwaar?

Christian Legrain: Het totaalbudget van het SCK•CEN bedraagt 125 miljoen euro per jaar. Onze inkomsten bestaan uit steun van de overheid, recurrente inkomsten en andere inkomsten, bijvoorbeeld van projecten en klanten. Het is nu nodig een goed evenwicht te vinden tussen de terugkerende inkomsten en de andere. Op het gebied van deze andere inkomsten wordt het SCK•CEN voor het eerst in zijn bestaan geconfronteerd met sterk stijgende investeringen. Van 2003 tot 2008 stegen onze jaarlijkse investeringen van 3 naar 5 miljoen euro. De voorbije vijf jaar zijn ze verdubbeld naar 10 miljoen euro en nu staan we in de volgende drie tot zes jaar voor een investering van meer dan 20 miljoen per jaar. Dat is opnieuw meer dan een verdubbeling!

Welke investeringen staan de volgende jaren concreet voor de deur?

Christian Legrain: Er is eerst en vooral het project MYRRHA waarover ik al sprak. Daarnaast is er de grote revisie van reactor BR2 (zie pagina 41). Om alle voorwaarden voor een optimale werking te verzekeren, moeten we binnen twee jaar 20 tot 25 miljoen euro investeren. Om dat financieel te kunnen bolwerken, zullen we over enkele maanden een derde partij inschakelen. Dat is een radicale wijziging tegenover het financiële model in het verleden. Die partij zal in het project investeren en wordt terugbetaald nadat BR2 tien jaar gefunctioneerd heeft.

Daarnaast is er de veiligheid en beveiliging: we moeten investeren in beveiliging omdat de maatschappij dat van een nucleaire site verwacht. Wij hopen dat die investering – ik spreek over 21 miljoen euro – door de overheid betaald zal worden. De bescherming tegen terrorisme is de verantwoordelijkheid van de overheid. Maar vandaag heb ik alleen maar zicht op een gedeeltelijke financiering.

Nog een investering: na Fukushima is op Europees niveau een aantal stresstests van kracht voor kerncentrales. In België is het SCK•CEN ook verplicht aan te tonen dat het aan de bijkomende eisen voldoet. We hebben daarvoor een plan klaar met een kostenplaatje van een 11 miljoen euro. In hoeverre de federale overheid dit gaat financieren is tot op heden niet bekend.



Tot slot moeten we kijken naar de situatie van onze residentiewijk. We hebben daar een grote sociale infrastructuur, een erfenis uit het verleden. Het is niet onze kerntaak die te beheren maar we moeten een aantal investeringen doen om de infrastructuur op peil te houden. We zoeken nu een partner die de uitbating-concessie zou krijgen. Bij investering in de wijk, wordt die terugbetaald na een periode van 20 tot 30 jaar.

Welke andere oplossingen hebt u klaar om al die investeringen rond te krijgen?

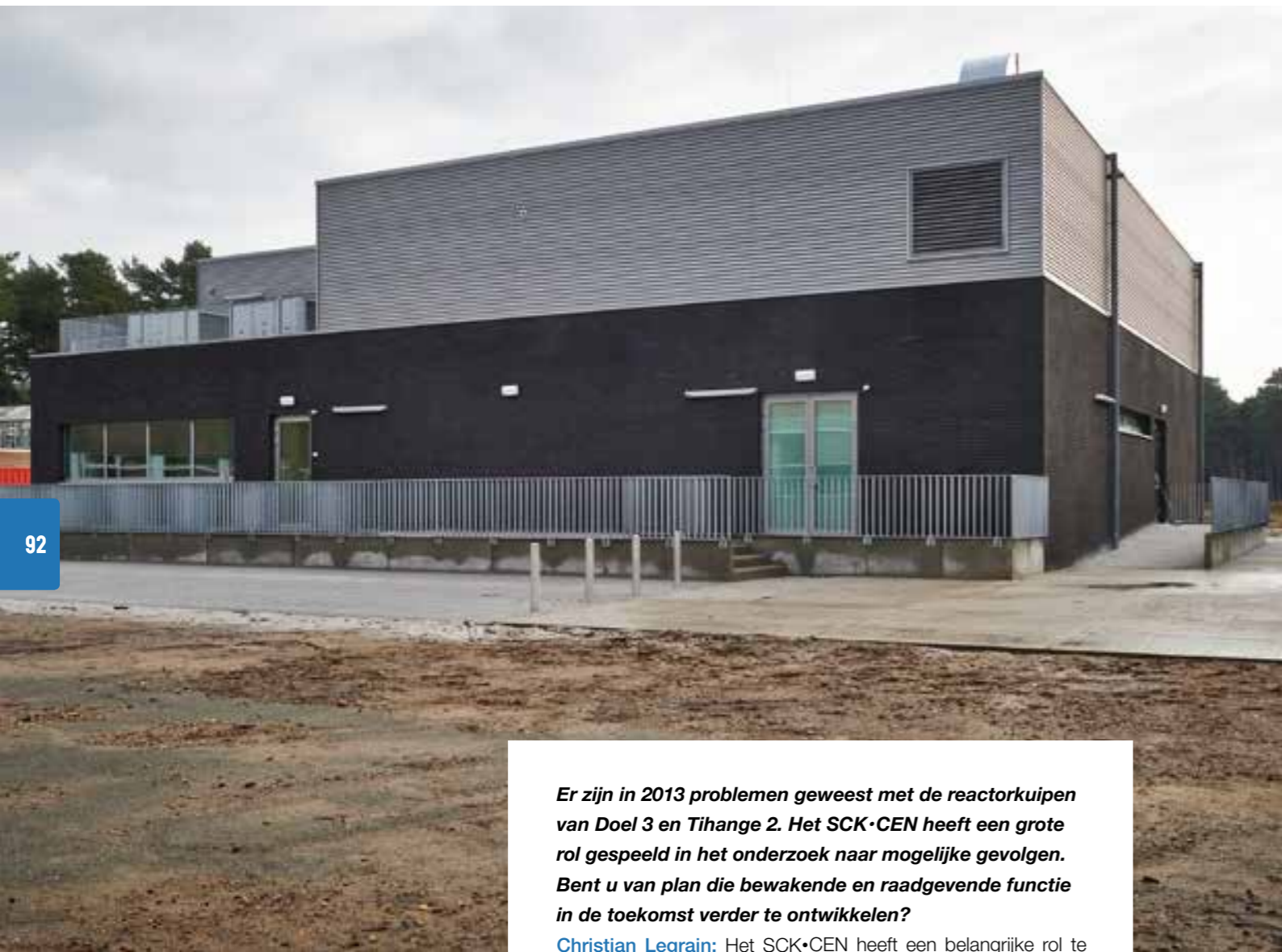
Christian Legrain: We zullen steeds meer samenwerken met partners. Ook zullen we een aantal filialen of maatschappijen moeten creëren. Een test zal zonder twijfel de financiering van de revisie van BR2 zijn. Als alles volgens plan verloopt, moeten we een gedeelte van de commerciële activiteiten onderbrengen in een aparte, nog op

“ *Is er de mogelijkheid om dankzij onze intellectuele eigendom een spin-off te ontwikkelen op grote schaal, dan zullen we dat zeker doen.* ”

te richten onderneming. Als stichting van openbaar nut heeft het SCK•CEN namelijk de Belgische staat als enige aandeelhouder. Van de andere kant moeten we als nucleaire exploitant eigenaar blijven van de infrastructuur.

We hebben trouwens een aantal grote en kleine projecten in de pijplijn waarvoor we activiteiten in een andere omgeving ontplooiën. Zo zijn we in contact met een groot radiofarmaceutisch bedrijf. Een mogelijke samenwerking zou een nieuwe wereld voor ons openen, omdat we een nieuwe infrastructuur zouden moeten bouwen. Met zo'n project hopen we de recurrente inkomsten te verhogen. We mogen zelfs dromen van het moment dat er een geneesmiddel op de markt komt waarvan we rechteninkomsten zouden krijgen op elk verkocht product. Dat zou opnieuw een première zijn voor ons: recurrente inkomsten op basis van onze R&D!

Een sprekend voorbeeld is DoseVue: al een drietal jaar ontwikkelen enkele wetenschappers een heel nieuwe techniek in het domein van kankerbestrijding (zie pagina 83). Ze doen dat niet in Mol maar in Hasselt. Waarom in een andere omgeving? Omdat de activiteit



Er zijn in 2013 problemen geweest met de reactorbuizen van Doel 3 en Tihange 2. Het SCK•CEN heeft een grote rol gespeeld in het onderzoek naar mogelijke gevolgen. Bent u van plan die bewakende en raadgevende functie in de toekomst verder te ontwikkelen?

Christian Legrain: Het SCK•CEN heeft een belangrijke rol te spelen, niet alleen inzake preventie maar ook bij mogelijke nucleaire incidenten. De knowhow die we hebben opgebouwd wordt dan erg waardevol. Dat hebben we naar aanleiding van het onderzoek van de reactorbuizen van Doel 3 en Tihange 2 duidelijk aangetoond (zie pagina 45). We behoren tot de besten in de wereld om dan een oplossing aan te reiken. De energieproducenten waarderen onze kennis en ervaring en hebben daarom besloten het SCK•CEN financieel te steunen om onze expertise en infrastructuur te vrijwaren. Dit garandeert bovendien dat deze essentiële knowhow binnen België blijft.

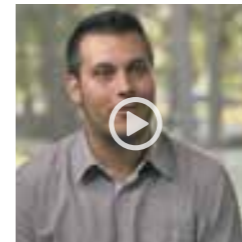
geen kerntaak is van het SCK•CEN, wél een gevolg van ons onderzoek. Als het project met steun van derde partijen over een achttal jaar productierijp is, dan praten we over honderden miljoenen. Is er dus de mogelijkheid om dankzij onze intellectuele eigendom een spin-off te ontwikkelen op grote schaal, dan zullen we dat zeker doen.

‘Er gewoon keihard voor gaan!’

Medewerkers vertellen in filmpjes over hun leven en werk

‘Geen routine, een leuke sfeer en je leert constant bij. Je krijgt er ook de mogelijkheid toe. Er gewoon keihard voor gaan. Met twee handen aannemen. En gáán. Doén!’ Aan het woord is Greet Verstrepen, laborante gammaspectrometrie, in een filmpje op de website van het SCK•CEN.

Ingenieurs, ICT'ers en technici vinden soms moeilijk de weg naar het Studiecentrum voor Kernenergie. Niet omdat het diep in de Kempense bossen verscholen ligt. Wel omdat ze niet weten dat het SCK•CEN ook voor hen een aantrekkelijke werkgever kan zijn.



www.sckcen.be/jobs

Kloof overbruggen

Onbekend is onbemind. Kandidaten beseffen vaak niet welke kansen het SCK•CEN biedt, zowel professioneel als privé. De human-resourcesafdeling probeert de bekendheid bij ingenieurs, ICT'ers en technici te vergroten door van het SCK•CEN als werkgever een aantrekkelijk merk te maken, in vaktermen *employer branding*.

De afdeling inspireerde zich op testimonialfilmpjes die op websites van grote bedrijven te zien zijn. Vaak gaat het om korte getuigenissen van medewerkers, uit het leven gegrepen. Het leek een uitstekend idee om de herkenbaarheid van werken op het SCK•CEN te vergroten voor potentiële kandidaten.

Vijf filmpjes

Ondertussen zijn er vijf filmpjes ingeblikt: twee ingenieurs, een ICT-medewerker, een wetenschapper en een laborante. De camera volgt hen en zij vertellen over hun job. Wat is hun werkomgeving? Hoe ziet een typische werkdag eruit? Wat appreciëren ze in de organisatie? Met de spontane getuigenissen toont het SCK•CEN dat het heel wat te bieden heeft: collega's met een grote diversiteit, wetenschappelijke uitdagingen en een mooi evenwicht tussen werk en privé.

Meer sollicitaties

Het SCK•CEN gebruikt de filmpjes op de eigen website, op jobbeurzen en op sites waar vacatures aangeboden worden. Spreek zo'n filmpje iemand aan? Solliciteren kan via één centraal e-mailadres op de vacaturepagina's van de website: jobs@sckcen.be

Een wetenschappelijk artikel aanvragen met één muisklik

Nieuwe bibliotheeksoftware brengt kennis binnen handbereik



“ De conversie van gegevens uit *Biblios* naar *Brocade* was een inspanning van formaat maar zal ons in de toekomst een hoop werk besparen. ”

De collectie van het SCK•CEN werd beheerd met *Biblios*, een digitaal bibliotheekstelsel dat nog stamde uit de vorige eeuw. Het barstte uit zijn voegen en was dringend toe aan vervanging. Daarom keek het SCK•CEN uit naar een nieuw softwaresysteem waarmee het gemakkelijker is de huidige collectie te beheren. Na een marktverkenning ging de voorkeur naar het bedrijf Cival uit Geel: zij implementeerden de bibliotheeksoftware *Brocade*, die ontwikkeld is aan de Universiteit Antwerpen.

De eerste uitdaging in de samenwerking met Cival bestond erin structuur te brengen in de data die in *Biblios* zaten. De vroegere gegevens waren erg ongestructureerd, onder meer door menselijke fouten omdat ze altijd manueel waren ingegeven. Daarom was de noodzaak groot om alles goed te converteren naar het nieuwe systeem. Deze conversie bleek een inspanning van formaat te zijn maar zal het SCK•CEN in de toekomst een hoop werk besparen.

Abonnementen beheren

In *Brocade* is het perfect mogelijk de abonnementen, onder meer op tijdschriften, te beheren. Dat zal de werklust aanzienlijk verminderen omdat veel handelingen automatisch verlopen. Zo genereert het systeem bijvoorbeeld dagelijks een lijst met de te ontvangen exemplaren van abonnementen, wat een snelle verdeling mogelijk maakt. De volledige collectie en alle abonnementen zijn in *Brocade* voor iedereen zichtbaar. Als medewerkers nu de zoekmachine gebruiken, krijgen zij meteen alle zoekmogelijkheden én -resultaten van de complete bibliotheek te zien. Meer structuur brengt dus een beter overzicht.

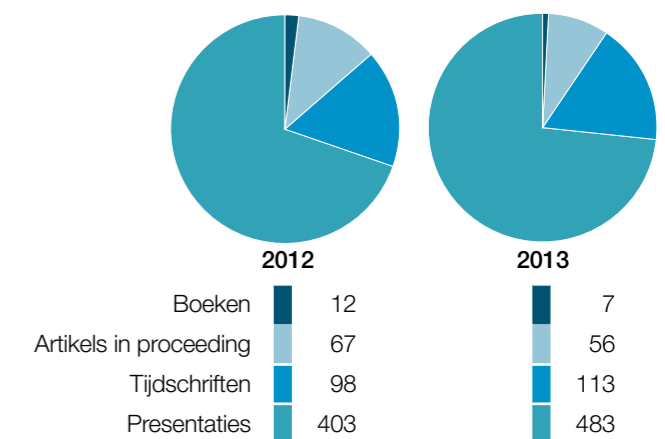
Nieuwe front office

Om alle gegevens visueel dichterbij de eindgebruiker te brengen, is er een nieuwe digitale *front office* gecreëerd. De catalogus van boeken en tijdschriften doorzoeken kan nu in een oogwenk. Via de front office kunnen tevens artikelen en boeken aangevraagd worden die zich niet in de collectie van het SCK•CEN bevinden. En er is de mogelijkheid om andere databanken te doorzoeken via enkele links, bijvoorbeeld *Web of Knowledge* (databank voor wetenschappelijke publicaties) of *NBN* (specifiek voor normen, met een eigen collectie normen van het SCK•CEN). Ten slotte zijn ook alle wetenschappelijke publicaties van de SCK•CEN-medewerkers raadpleegbaar, de zogenoemde *Scientific Output*, en kunnen de onderzoekers zelf hun nieuwe publicaties toevoegen.

Nog meer zoekmogelijkheden

Nu de implementatie van deze nieuwe software en de conversie van de bestaande data achter de rug zijn, probeert het SCK•CEN nog meer zoekmogelijkheden aan te bieden. Zo komt er de module *linksource*. Die zal eindgebruikers in staat stellen verschillende databanken te doorzoeken en meteen te zien of de eigen bibliotheek een abonnement heeft op een bepaald tijdschrift. Heeft het SCK•CEN een digitaal abonnement? Dan kan de gebruiker het artikel direct downloaden. In het andere geval is er een online formulier om het artikel aan te vragen. Dit gebeurt met één muisklik, en dat is – net als het hele bibliotheekstelsel – een forse stap vooruit.

Wetenschappelijke output



Wetenschappelijke kennis delen en verspreiden is één van de kernopdrachten van het SCK•CEN. Daarom presenteren onderzoekers hun werk op tal van internationale conferenties. Daarnaast verschijnen er allerlei publicaties in tijdschriften en andere media.

2013

Een uitzonderlijk jaar

Op verschillende vlakken was 2013 een bijzonder jaar. Ondanks een aantal interne uitdagingen en projecten die de nodige budgetten vereisten, realiseerde het SCK•CEN toch een totale omzet van 79,3 MEUR (eigen inkomsten). Dit is een stijging met 31,3 MEUR ten opzichte van 2012. De stijging is in belangrijke mate te danken aan een bijkomende cyclus in reactor BR2 om de bevoorrading van medische radio-isotopen te verzekeren, aan nieuwe materiaaltests en analyses voor de reactoren van Doel 3 en Tihange 2, aan studies rond radiofarmaceutische producten en aan bijkomende wetenschappelijke opdrachten.

Vergelijkende balansen (in kEUR)

Activa	31/12/13	31/12/12
Immateriële vaste activa	4 910	3 499
Materiële vaste activa	33 303	29 614
Financiële vaste activa	6 197	6 182
Vorderingen op meer dan 1 jaar	216	0
Voorraden, bestellingen in uitvoering	29 190	19 842
Vorderingen op ten hoogste 1 jaar	37 786	33 133
Geldbeleggingen	21 865	31 039
Liquide middelen	79 392	48 546
Overlopende rekeningen	3 243	3 191
Totaal	216 102	175 046

Passiva	31/12/13	31/12/12
Eigen vermogen	49 818	45 094
Voorzieningen voor risico's en kosten	113 563	93 240
Schulden op meer dan 1 jaar	0	0
Financiële schulden	0	0
Handelsschulden	22 246	8 664
Ontvangen vooruitbetalingen	19 996	18 896
Belastingen, bezoldigingen en sociale lasten	7 674	7 145
Overige schulden	9	28
Overlopende rekeningen	2 796	1 979
Totaal	216 102	175 046



Samenvatting sociale balans 2013

Aantal werknemers op 31 december 2013

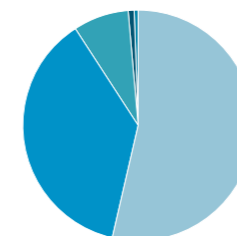
	voltijds	deeltijds
Met overeenkomst van onbepaalde duur	563	77
Mannen	505	51
Vrouwen	127	29
Werknemers in dienst getreden	71	0
Werknemers uit dienst getreden	60	5
Gemiddeld aantal werknemers	624	82
Totaal	632	80

Samen met de dotaties en subsidies van de federale overheid bedroegen de inkomsten (opbrengsten) in totaal 147,29 MEUR. Dit bedrag bevat tevens de financiële en andere opbrengsten zoals de vermindering van de bedrijfsvoorheffing voor wetenschappers.

De totale kosten bedroegen 147,96 MEUR in 2013, wat een stijging is met 29,34 MEUR. Het SCK•CEN behaalde een bijna break-even resultaat van -674 kEUR, ten opzichte van een verlies van 4,6 MEUR in 2012.

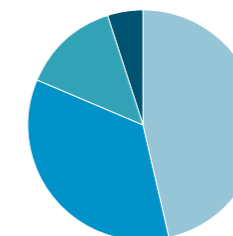
Het pakket *Aankopen en Diensten*, goed voor 35 % van de totale kosten, steeg met 17 % tot 51,58 MEUR, voornamelijk door hogere afvalkosten. De overige *Aankopen en Diensten* bleven op een zelfde niveau als in 2012.

Opbrengsten 2013 (in kEUR)



Omzet	79 298
Federale dotatie, kapitaalsubsidies	54 570
Andere	11 402
Financiële opbrengsten	1 492
Uitzonderlijke opbrengsten	524
Totaal	147 286

Uitgaven 2013 (in kEUR)



Bezoldigingen	68 912
Aankopen, diensten	51 584
Voorzieningen	20 323
Afschrijvingen	7 141
Totaal	147 960
Transfer naar bestemde fondsen	0
Resultaat	-674



afkomstig van externe bronnen zoals de industrie, het Fonds Wetenschappelijk Onderzoek (FWO) en Europese kaderprogramma's.

In 2013 heeft het SCK•CEN provisie aangelegd ten belope van 22,8 MEUR voor verwachte uitgaven in de komende jaren. Van de bestaande provisie werd 2,5 MEUR besteed. De nieuwe provisie betreft hoofdzakelijk verwachte uitgaven voor de beveiliging van de site, voor prijsaanpassingen van afvalverwerking, voor de ontmanteling van de natriuminstallatie in afwachting van een positieve beslissing bij KB, en voor grote onderhoudswerken.

De uitzonderlijk hoge eigen inkomsten in 2013 resulteerden in een toename van de geldmiddelen met 21,7 MEUR. Eind 2013 bedragen de geldmiddelen 47 % en de provisie 52,5 % van het balanstotaal. Het werkkapitaal daalde dit jaar met 1,9 MEUR wat ook bijdroeg tot een verbetering van de cashpositie. Het eigen vermogen is met 49,8 MEUR goed voor 23 % van het balanstotaal.

In 2013 heeft het SCK•CEN in totaal 12,2 MEUR geïnvesteerd, in de eerste plaats in renovatie van gebouwen, infrastructuurwerken en MYRRHA. Daarnaast waren er vervangingsinvesteringen voor de installaties en voor beveiliging en veiligheid, zoals een nieuwe brandweerwagen.

In de komende jaren verwacht het SCK•CEN belangrijke investeringen voor de vernieuwing van de BR2-reactor, de realisatie van MYRRHA en de verdere renovatie van gebouwen. Ook in de fysieke beveiliging van de site zal in de nabije toekomst verder geïnvesteerd worden. Dit is een gevolg van de acties uit de stresstest en de verstrengde normen voor de beveiliging van nucleaire installaties.

In 2013 bedroegen de personeelskosten 47 % van de totale kosten (ten opzichte van 55,5 % in 2012). Het personeelsbestand groeide verder aan tot 712 personeelsleden per eind 2013. De personeelskosten stegen met 3,1 MEUR naar 68,9 MEUR.

Jaarlijks gaat het SCK•CEN een aantal vierjarige verbintenissen aan met diverse Belgische universiteiten voor doctoraal onderzoek. Momenteel zijn een 65-tal PhD's hierbij betrokken waarvoor de lopende verbintenissen 6,03 MEUR bedragen voor de komende vier jaar. Hiervan draagt het SCK•CEN het grootste deel. De rest is

2013 in een notendop



APRIL

SCK-CEN garandeert met extra productiecyclus tijdelijk tot 50 % van de wereldvraag naar medische radio-isotopen

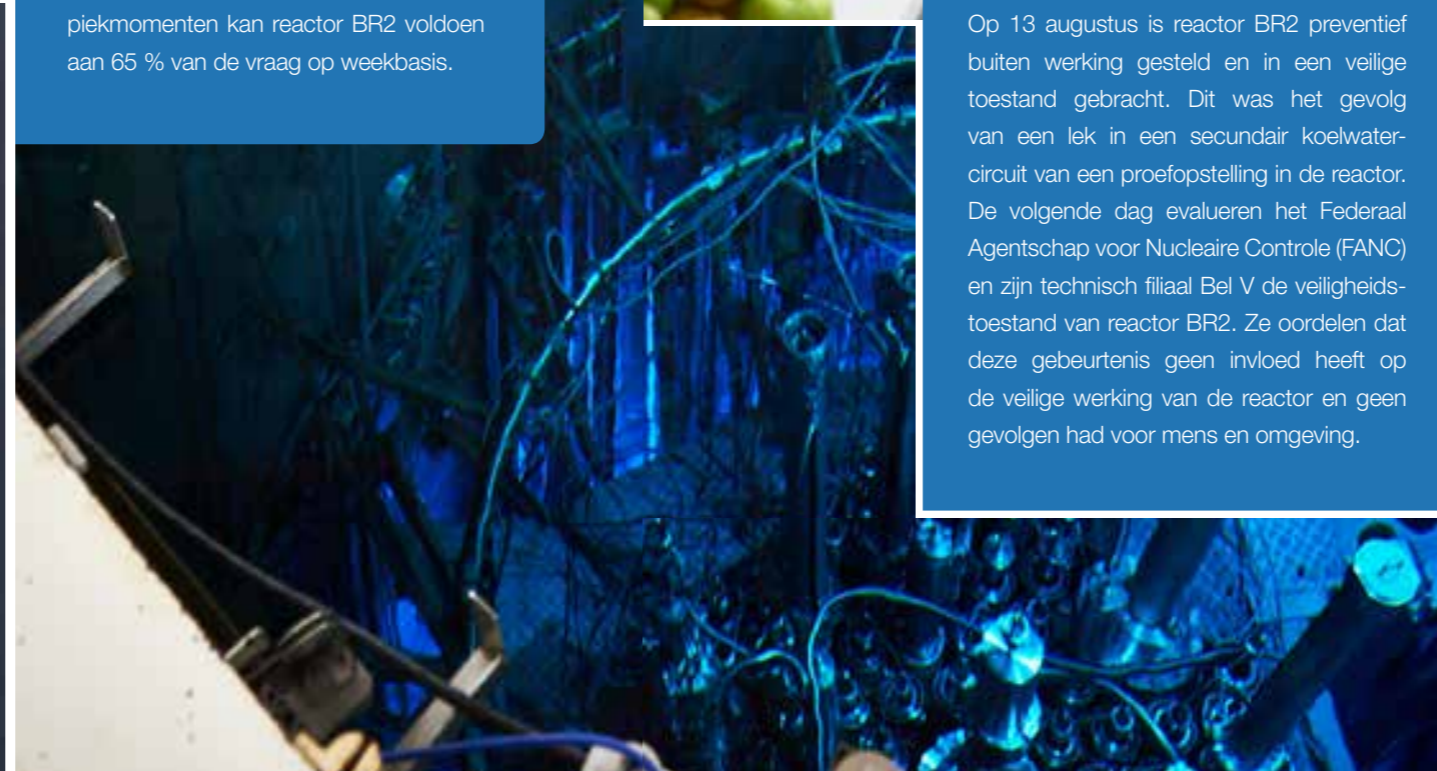
Reactor BR2 last een extra cyclus in voor de productie van radio-isotopen voor de nucleaire geneeskunde. Hierdoor kan de bevoorrading van binnen- en buitenlandse ziekenhuizen gegarandeerd blijven. Op jaarbasis levert het SCK-CEN 25 % van de wereldbehoefte aan molybdeen-99. Uit dit radio-isotoop wordt in de ziekenhuizen technetium-99m gewonnen. Dat wordt gebruikt bij 80 % van alle medische onderzoeken met radio-isotopen. Op piekmomenten kan reactor BR2 voldoen aan 65 % van de vraag op weekbasis.



AUGUSTUS

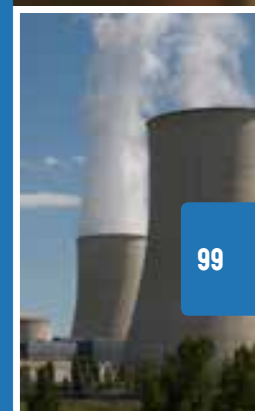
Reactor BR2 kan opnieuw opstarten na groen licht van FANC en Bel V

Op 13 augustus is reactor BR2 preventief buiten werking gesteld en in een veilige toestand gebracht. Dit was het gevolg van een lek in een secundair koelwatercircuit van een proefopstelling in de reactor. De volgende dag evalueren het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) en zijn technisch filiaal Bel V de veiligheids-toestand van reactor BR2. Ze oordelen dat deze gebeurtenis geen invloed heeft op de veilige werking van de reactor en geen gevolgen had voor mens en omgeving.



SCK-CEN tekent samenwerkingsovereenkomst met Fukushima University

Op 29 augustus tekenen SCK-CEN en Fukushima, in het bijzijn van de Japanse ambassadeur Mitsuo Sakaba, voor een nauwe en langdurige samenwerking. De focus ligt op onderzoek naar de overdracht van radioactieve stoffen vanuit de bodem naar planten en op remediëringstechnieken om de opname van die stoffen door de planten te verminderen.





OKTOBER

GDF SUEZ investeert 12,5 miljoen euro in onderzoeksprojecten van het SCK•CEN

GDF SUEZ en het SCK•CEN sluiten een overeenkomst voor een uitgebreide samenwerking rond onderzoek en ontwikkeling. Het gaat om een verderzetting van een samenwerking die in 2007 werd opgestart om het Belgische onderzoek internationaal op het hoogste niveau te houden. De nieuwe overeenkomst vertegenwoordigt een waarde tot 12,5 miljoen euro en loopt over vijf jaar. Tijdens die periode garandeert ze werk voor gemiddeld 15 onderzoekers.



Rad4Med.be brengt Belgische expertise in de nucleaire geneeskunde voor het voetlicht

Rad4Med.be is opgericht op initiatief van het SCK•CEN, IRE, IBA en de *pôle de compétitivité Santé de Wallonie* (BioWin). Het is het eerste Belgische netwerk voor de medische toepassingen van straling. Rad4Med.be telt meer dan 40 partners die samen de unieke expertise van België in dit domein beter bekend maken in binnen- en buitenland. Het doel: de sector versterken en bijkomende tewerkstelling creëren maar ook bijdragen aan de opleiding van experts. Een presentatie tijdens de prinselijke missie naar Zuid-Afrika is de kroon op het werk voor de lancering van Rad4Med.be.

‘Onze presentatie van Rad4med.be kreeg erg veel bijval’, aldus een enthousiaste Eric van Walle, directeur-generaal van het SCK•CEN. ‘We staan te weinig stil bij de voortrekkersrol die België speelt op het gebied van de nucleaire geneeskunde en hoe cruciaal deze sector is om een antwoord te bieden op de vele uitdagingen die er nog zijn op het vlak van de gezondheidszorg. Ons land moet daarom blijven investeren in onderzoek en innovatie om zijn positie als wereldleider in de nucleaire geneeskunde te handhaven.’






Minister-president van de Duitstalige Gemeenschap bezoekt Studiecentrum voor Kernenergie

Karl-Heinz Lambertz, de Minister-president van de Duitstalige gemeenschap, brengt een werkbezoek aan het SCK•CEN. ‘Ik ben echt onder de indruk van de hoge graad van professionalisme. We moeten de knowhow die in België aanwezig is verder verdiepen en versterken. Er zullen in de toekomst nog veel toepassingen komen van deze technologie die van belang zijn, zowel op het vlak van energie als in andere domeinen. Met het SCK•CEN beschikken we daarvoor over een heel performante onderzoeksinfrastructuur’, aldus Minister-president Lambertz.



CERN en SCK•CEN bundelen krachten voor ontwikkeling van deeltjesversnellers

Het SCK•CEN en de Europese organisatie voor nucleair onderzoek (CERN) gaan intensief samenwerken voor de ontwikkeling van deeltjesversnellers met een hoge intensiteit. Het CERN in Genève is een wereldautoriteit op het vlak van versnellers en het SCK•CEN heeft de voorbije jaren met tal van Belgische en Europese partners heel wat kennis opgebouwd inzake versnellertechnologie, in het bijzonder rond het verbeteren van de betrouwbaarheid van de protonenbundel. In het kader van deze samenwerkingsovereenkomst zullen beide instellingen onderzoekers uitwisselen en kan het SCK•CEN een beroep doen op de infrastructuur van het CERN.





SCK·CEN
STUDIECENTRUM VOOR KERNENERGIE
CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

hoogtepunten
2013

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 Staatssecretaris 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

Drukkerij Van der Poorten
Leuven

Copyright © 2014 – SCK·CEN

Dit werk is auteursrechtelijk beschermd (2014). Niets in deze publicatie mag worden gereproduceerd en/of gepubliceerd zonder voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van het SCK·CEN.

2013



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 700 medewerkers behoort het SCK•CEN tot de grootste onderzoeksinstellingen 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

Wil u meer weten over het SCK•CEN?

Ga naar
www.sckcen.be



Het SCK•CEN geeft om het milieu.



Keurmerk voor verantwoord bosbeheer.



Gedrukt met 100 % bio-inkten.



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