

**sck: cen**

Hoogtepunten 2020



**sck cen**

Hoogtepunten 2020

Of het nu gaat om het ontwikkelen van betere kankertherapieën, de veiligheid van kernreactoren, het meten van radioactiviteit, deeltjesversnellers of kernfusie. Via wetenschappelijk onderzoek werkt SCK CEN aan de toekomst van onze samenleving.



## “Patronen doorbreken is vernieuwing toelaten.”

Een dankwoord van Eric van Walle, directeur-generaal van SCK CEN

### Beste lezer,

Op het moment dat deze woorden op papier vloeien, dringt de realiteit nog meer tot me door. Ik had gehoopt te schrijven dat we een uitdagend jaar achter ons hebben kunnen laten. Dat we de woelige waters die het coronavirus ons liet doorzwemmen, bedwongen hebben. Dat de rust in het land intussen is weergekeerd. Helaas is de realiteit anders. We zitten er nog middenin. Het coronavirus heeft de wereld nog steeds in zijn greep en daagt ons continu uit bestaande systemen en patronen ter discussie te stellen. Al hoeft dat per definitie niet slecht te zijn. Sterker nog, daar liggen net de kiemen voor vernieuwing.

En dat komt voor ons, wetenschappers, niet als een verrassing. Patronen doorbreken is vernieuwing toelaten. Om die reden stellen we onszelf blijvend in vraag. We durven loslaten wat we al kennen en durven hertekenen wat we al hadden vormgegeven. En in 2020 – het

jaar waarin we ook als individu over de essentie reflecteerden – waren we ons hier nog bewuster van. Veel van onze onderzoeken en projecten doen (eigen) standaarden daveren. Dat willen we dan ook graag aan u tonen.

Dit jaarrapport bundelt de vernieuwingszaadjes die we in 2020 plantten of die in datzelfde jaar wortel hebben geschoten. Denk bijvoorbeeld aan het verhoogde aantal draaidagen van de BR2-onderzoeksreactor waardoor we – tijdens een coronajaar – een recordaantal patiënten hebben kunnen helpen; de nagelnieuwe installatie waarmee we splijtstoffen verregaand op de proef kunnen stellen en de pas gebouwde lasers waarmee we in de MYRRHA-onderzoeksreactor innovatieve radio-isotopen zullen isoleren. En voeg daar nog bestaande infrastructuren aan toe die we van top tot teen vernieuwden.

Een woord van dank is op zijn plaats. Enerzijds aan onze medewerkers. Zij hielden in deze crisistijd hun schouders fors recht. Dankzij hun ongebreidelde inzet hebben we bergen werk verzet en – nog belangrijker – onze verplichting aan de globale maatschappij kunnen nakomen. Als een van de wereldleiders laten we de nucleaire geneeskunde niet in de steek! Anderzijds aan onze partners, klanten en voorgedijen. Zij hebben hun volste vertrouwen geschonken.

**Ik nodig je uit om in dit jaarrapport te neuzen en het potentieel van doorbroken patronen te ontdekken.**

Veel leesplezier!

**Eric van Walle**

*Directeur-generaal van SCK CEN*





## project status

- 6 NURA
- 7 MYRRHA en RECUMO

## 1 werking

- 12 Coronavirus krijgt SCK CEN niet klein
- 15 SCK CEN vervangt blus- en drinkwaternet

## 2 gezondheid

- 22 BR2 produceert record hoeveelheid medische radio-isotopen
- 25 Lutetium-177: naar een gepersonaliseerde geneeskunde
- 27 Van pijnbestrijding naar kankerbestrijding
- 31 SCK CEN kweekt miniaturhersenen

## 3 veiligheid & maatschappij

- 38 SCK CEN verzekert veiligheid van nucleaire innovatie
- 41 SCK CEN geeft nieuwe dimensie aan nucleair onderzoek
- 44 Nieuwe aanpak stroomlijnt ontmantelingsproces

## 4 technologie

- 52 MYRRHA-team viert mijlpaal na mijlpaal
- 56 SCK CEN ontkleedt atomen
- 59 Reactorvat MYRRHA wordt slanker

## kerncijfers

- 62 Online leren neemt vlucht
- 64 Kerncijfers



# Meerdere onderzoeksdomeinen, duidelijke focus

## Projecten als strategische gids

In de jaren '50 werd SCK CEN opgericht om de toepassingen van kernenergie te bestuderen, maar we hebben onze kennis sindsdien uitgebreid tot een breed gamma aan onderzoeksdomeinen en projecten. Elk met een sterk toekomstgerichte en internationale focus. MYRRHA, NURA en RECUMO zijn de grootste projecten van SCK CEN, waarmee het in de nabije en verdere toekomst een beduidend verschil wil maken. Hoog tijd om de status van die projecten aan te stippen.



### NURA

#### Expertise: check! Uitrusting: dubbelcheck!

Momenteel begint een kwart van alle medische radio-isotopen ter wereld hun reis bij SCK CEN. Dat cijfer zal dat in de toekomst aanzienlijk stijgen, omdat SCK CEN met NURA – het in 2018 opgerichte, toegewijde kankeronderzoeksprogramma – de strijd tegen kanker versnelt. “Met NURA willen we het onontgonnen potentieel van radio-isotopen ontdekken, zowel onafhankelijk als als Contract Research Organization (CRO)”, legt projectleider Dennis Elema uit. Denk bijvoorbeeld aan radio-isotopen als actinium-225, terbium-161 en samarium-153 [lees meer op pagina 27]. Om die ambitie te verwezenlijken, is de juiste uitrusting minstens even belangrijk als kennis en expertise. Sinds 2020 beschikt SCK CEN over een MILabs U-SPECT CT-scanner. De installatie ervan markeert een volgende mijlpaal in het NURA-project. “Nu kan ons kankeronderzoek écht uit de startblokken schieten. Met die scanner kunnen we de impact en het pad van veelbelovende radio-isotopen in kaart brengen en zo voortdurend onze kennis over radiofarmaceutische processen bijschaven.”



### MYRRHA

#### De ene MYRRHA-primeur na de andere: op volle kracht nieuwe ontwikkelingsfase in

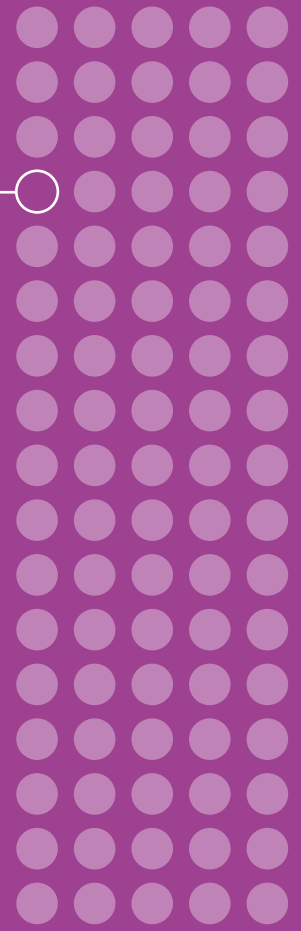
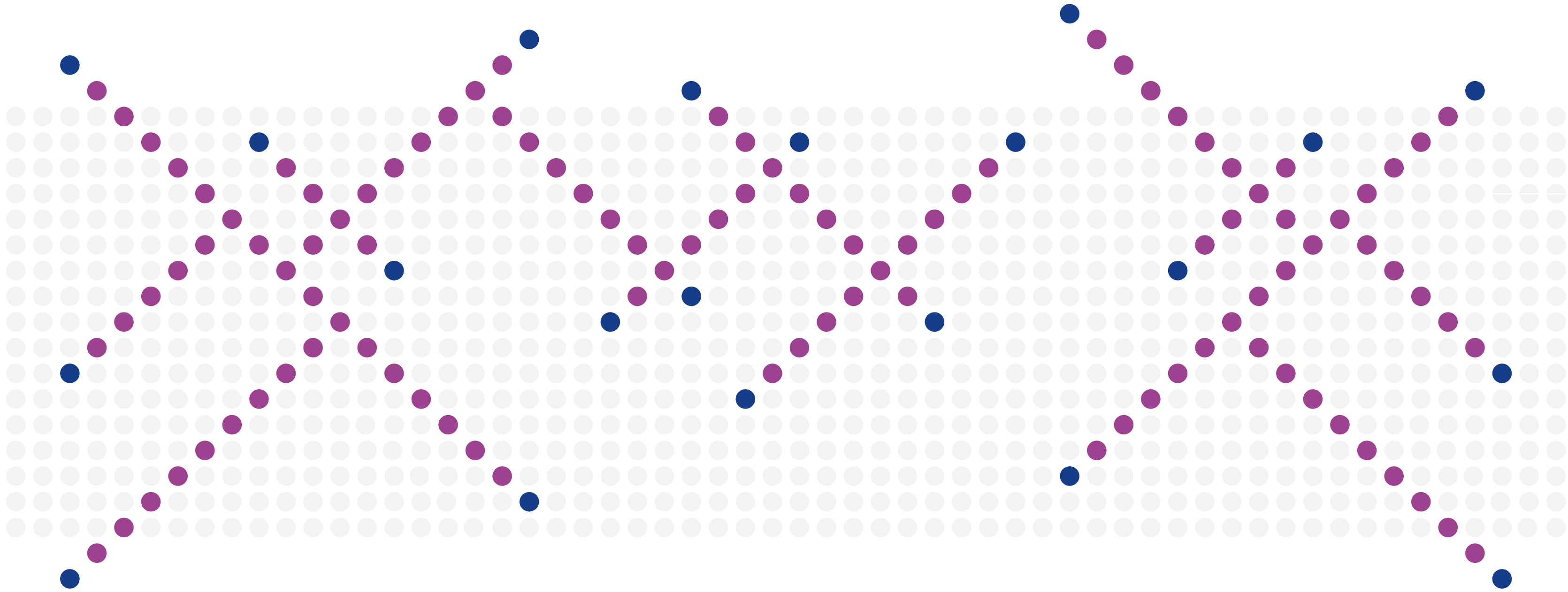
SCK CEN werkt momenteel intensief aan de bouw van MYRRHA, ‘s werelds eerste door een deeltjesversneller aangedreven onderzoeksreactor. De bouw van MYRRHA verloopt in verschillende fasen. In fase 1 bouwen we MINERVA, de deeltjesversneller met een energie tot 100 megaelektronvolt (MeV). In 2020 ging die fase met rasse schreden vooruit. In de zomer zijn onze onderzoekers erin geslaagd om een protonenbundel voor het eerst te laten versnellen in de zopas aangesloten Radio Frequency Quadrupole (RFQ). Slechts een half jaar later tilden ze dat resultaat naar een hoger niveau. Voor het eerst bracht de RFQ een protonenbundel voort aan de exact vereiste voorwaarden om de deeltjesversneller aan te drijven [lees meer op pagina 52]. “Een mijlpaal waar we zes jaar lang naartoe gewerkt hebben, een doorbraak die het resultaat is van internationale samenwerkingen,” aldus Hamid Ait Abderrahim, directeur van MYRRHA en adjunct-directeur-generaal van SCK CEN.



### RECUMO

#### Bouw RECUMO-installatie komt dichterbij

In 2020 heeft SCK CEN een aanvraag ingediend om een bestaande nucleaire installatie op zijn terrein uit te breiden. Die uitbreiding is noodzakelijk om het RECUMO-project uit te voeren. Met dat project breiden SCK CEN en zusterbedrijf Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE) een vervolg aan hun jarenlange samenwerking. SCK CEN zal de radioactieve restanten, die overblijven na het productieproces van medische radio-isotopen, omzetten in laagverrijkt uranium en zuiveren. “Het hoogwaardige materiaal dat we recuperen, kunnen we opnieuw inzetten als brandstof voor onderzoeksreactoren of als targets voor de productie van radio-isotopen. Zo garanderen we de bevoorradingszekerheid ervan”, aldus Eric van Walle, directeur-generaal van SCK CEN. Volgend jaar, 2021, zal het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) zich uitspreken over de exploitatievergunning, het Vlaamse Gewest over de omgevingsvergunning. “Bij groen licht kunnen we van start gaan!”



werking





# Patronen doorbreken door

de werking te herbekijken. Enerzijds  
noodgedwongen om ook in  
coronatijden onze doelstellingen te  
blijven behalen, anderzijds vanuit  
eigen initiatief om de werking proactief  
te verbeteren.



# Coronavirus krijgt SCK CEN niet klein

SCK CEN bleef 100% operationeel dankzij flexibiliteit en inzet van medewerkers

Het coronavirus drukte onverwacht de pauzeknop van onze planeet in, maar gelukkig niet die van de medische radio-isotopenproductie. Als een van de wereldleiders in die productie bleef SCK CEN op volle kracht draaien. Operationeel blijven vereist een streng coronabeleid. “We hebben ons in een mum van tijd **moeten omdenken en herorganiseren**”, aldus Kathleen Overmeer, directeur Algemene diensten en administratie. Ze blikt terug op de pandemie, de impact ervan en de veerkracht om er samen uit te komen.

Op woensdag 12 maart 2020 bestempelde de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) de uitbraak van het virus SARS-CoV-2 officieel als een pandemie. Om een verdere verspreiding van het coronavirus in te dijken, moesten contacten preventief beperkt worden. Veel bedrijven gingen dan ook volledig op slot, maar SCK CEN niet. Het onderzoekscentrum bleef op volle kracht draaien – begeleid door tal van COVID 19-maatregelen.

**Kathleen Overmeer:** “De productie van medische radio-isotopen mocht onder geen beding stilvallen. Kankerpatiënten hebben ze nodig voor hun diagnose of behandeling. En dat erkende ook de federale overheid, die de productie van medische radio-isotopen en andere activiteiten uit de nucleaire en radiologische sector als essentiële dienst benoemde.”

## Kwam die erkenning van de federale overheid als een verrassing?

**Kathleen Overmeer:** “Nee, er hangen mensenlevens aan vast. Voor de helft van de benodigde bevoorrading is er geen alternatief voor onze BR2-onderzoeksreactor beschikbaar. We weten dat onze dienstverlening essentieel is en hebben sinds het begin alles in werking gesteld, zodat we die dienst ook konden blijven verlenen – onder strikte coronamaatregelen. In maart publiceerden we op onze website: ‘Je kan op ons rekenen’. Een jaar later kan ik trots zeggen dat we die belofte hebben waargemaakt. Dat hebben we aan de inzet en flexibiliteit van al onze medewerkers te danken. Zij hebben dag in, dag uit het coronabeleid op de werkvloer toegepast. Een beleid is pas succesvol, als de uitvoering is geslaagd.”



‘Je kan op ons rekenen’. Die belofte hebben we waargemaakt.

Kathleen Overmeer

## De pandemie daarentegen was wel een verrassing van formaat. Hoe heeft SCK CEN die beteugeld?

**Kathleen Overmeer:** “Als nucleaire instelling hebben we noodplannen voor een brede waaier aan ongevalsscenario’s, maar een draaiboek voor een pandemie zit daar niet bij. Niemand heeft dat scenario in zijn schuif liggen.”

## Toch heeft SCK CEN niet stilgezeten, veronderstel ik?

**Kathleen Overmeer:** “Nee, we hebben vrijwel meteen een crisisteam opgericht. Dat crisisteam kwam dagelijks samen om de situatie kort op te volgen. Belangrijk is dat we onze medewerkers tegen het virus beschermen, maar de crisis toch ook met zoveel mogelijk kansen doorkomen. In dat crisisteam was er een plaats weggelegd voor zes rollen: één voor de algemene directie, één voor de medische dienst, één voor de veiligheidsdienst, één voor het Comité voor Preventie en Bescherming op het Werk, één voor de communicatiedienst en één voor HR.”

## Waarom werden die rollen gekozen?

**Kathleen Overmeer:** “Er liggen meerdere parameters in de weegschaal, waarmee het crisisteam rekening moet houden: onze verantwoordelijkheid naar onze medewerkers, hun welbevinden, onze maatschappelijke rol, onze bedrijfscontinuïteit en onze langetermijntoekomst. Door de verschillende rollen en dus invalshoeken te kiezen, kunnen we een balans bewaren. We hielden de vinger aan de pols op de werkvloer en daarbuiten. Hoe evolueert de pandemie? Welke beleidsbeslissingen neemt de federale overheid?”

## Kon SCK CEN de maatregelen van de overheid één-op-één toepassen op de werkvloer? Of betekende het soms maatwerk?

**Kathleen Overmeer:** “Het vraagt maatwerk om het federale beleid concreet naar de werkvloer te vertalen – zeker voor de HR-afdeling. Neem bijvoorbeeld het ‘corona-ouderschapsverlof’ of het ‘corona-tijdskrediet’. Wat houdt dat in? Hoe vraag je dat aan? Kan je dat combineren met het ouderschapsverlof dat je nu al opneemt? ... Onze HR-afdeling zocht naar een passend antwoord op elke vraag. En als er niet meteen een oplossing binnen handbereik was, boden onze HR-collega’s een luisterend oor. En dat laatste is in deze tijden waarin ons mentaal welzijn op de proef wordt gesteld, van onschatbare waarde.”



## Collectief engagement

Het onderzoekscentrum SCK CEN heeft ook zijn kennis en infrastructuren ter beschikking gesteld van de maatschappij. “We doneerden latex-wegwerphandschoenen aan het ziekenhuis van Mol, computers aan de jeugdzorgwerking Tonuso vzw in Brussel en onze qPCR-machine aan de taskforce. Met dat laatste hielpen we – samen met andere spelers uit de sector – om het aantal coronatests in België te verhogen van 2.000 naar 10.000 per dag”, verklaart Kathleen Overmeer. Verder bood SCK CEN ook aan mondklappers met waterstofperoxide te steriliseren, toen ziekenhuizen met tekorten kampten.

### De HR-afdeling was ongetwijfeld niet de enige dienst die maatwerk leverde.

**Kathleen Overmeer:** “Nee, absoluut niet, dat tonen enkele voorbeelden. Toen bepaalde producten niet meer leverbaar bleken, schoten andere collega’s te hulp door zelf mondklappers te naaien of ontsmettende handgel te produceren. En ook daarbuiten toonden we ons collectief engagement [zie kadertekst]. De poetsdienst verhoogde de reinigingsfrequentie en werd ingeschakeld om bij bevestigde besmettingen burelen grondig te ontsmetten. De technische diensten hebben aannemers strikt begeleid, opdat de heropstart van de werven en de werkzaamheden zelf coronaveilig konden verlopen. De ICT-dienst heeft in een mum van tijd een digitale omgeving

uitgerold om het telewerken en de samenwerking niet op technologische barrières te laten botsen. De financiële dienst hield de budgettaire impact van de coronacrisis nauwgezet in het oog. SCK CEN Academy en onze interne opleidingsdienst schakelden over naar online cursussen. De kamers in Lakehouse en een villa in de residentiewijk werden heringericht, zodat buitenlandse medewerkers en studenten die in de residentiewijk samenwonen – indien nodig – hun quarantaineperiode daar konden doorbrengen. De aankoopdienst bewoog hemel en aarde om beschermingsmaterialen te bestellen. We hebben dus zowel het dagelijkse werk verzet als bijkomende uitdagingen getackeld. Ik ben trots op onze medewerkers, want het vergde heel wat veerkracht en flexibiliteit.”



# SCK CEN vervangt blus- en drinkwaternet

Nagelnieuw bluswaternetwerk faciliteert efficiëntere brandbestrijding

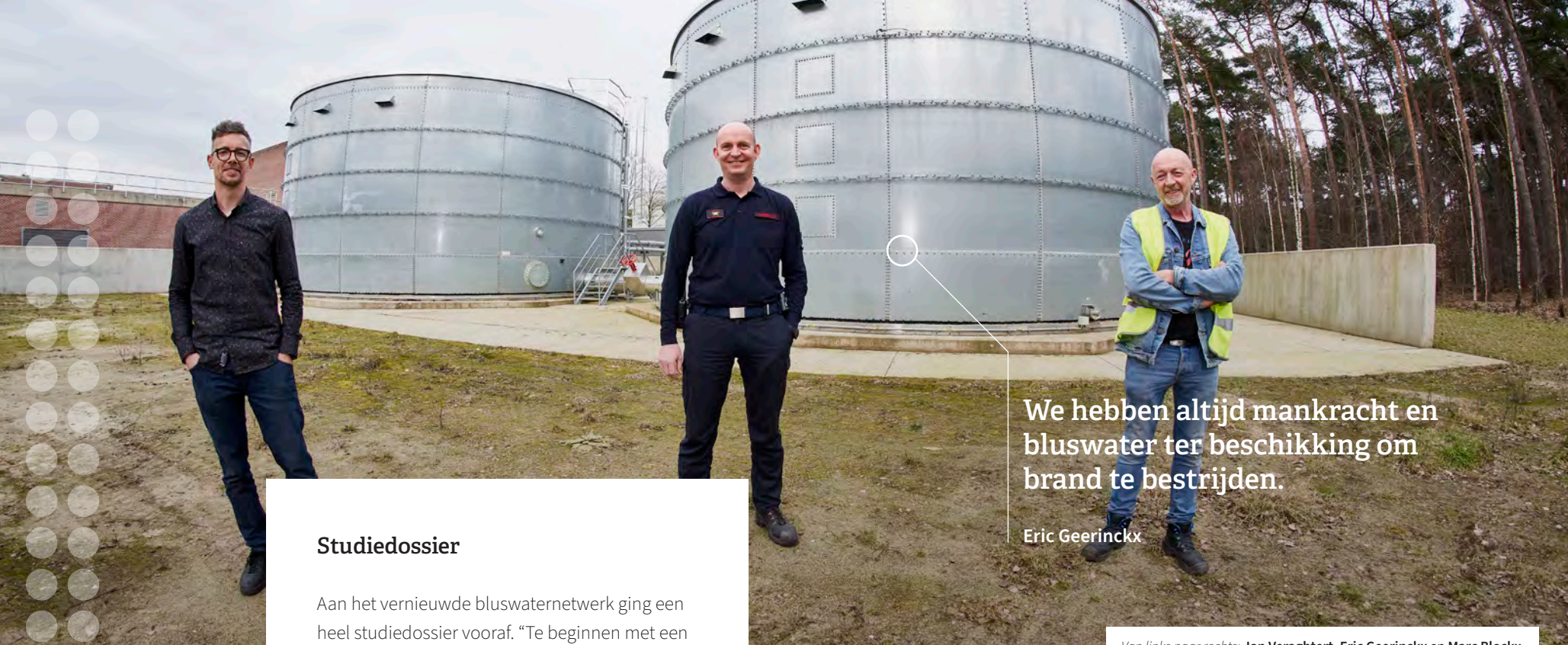
Onder de technische site van SCK CEN ligt er meer dan 10 kilometer aan nieuwe bluswaterleidingen. Uit de 110 brandkranen die daarop aangesloten zijn, stroomt het water aan een debiet van 2.000 liter per minuut. “Dat is een meer dan een verdubbeling van onze vroegere capaciteit. De ingebruikname van dit bluswaternetwerk markeert dus een opmerkelijke step-up in onze brandveiligheid en –bestrijding”, aldus Eric Geerinckx, verantwoordelijke van de bedrijfsbrandweer.

In alle nucleaire installaties die SCK CEN uitbaat of ontwerpt, zijn tal van veiligheidsmechanismen ingebouwd. Die veiligheidsmechanismen dienen om incidenten te voorkomen. Met datzelfde gedachtegoed heeft SCK CEN ook zijn brandveiligheid- en bestrijdingsstrategie vormgegeven. Echter, een brand volledig uitsluiten is onmogelijk. Dan

komt het erop aan om voorbereid te zijn. Bij brand telt elke seconde. De bedrijfsbrandweer van SCK CEN staat 24/7 paraat om bij een melding meteen uit te rukken. “Hoe sneller we ter plaatse zijn, hoe sneller we het vuur kunnen doven”, aldus Eric Geerinckx. En snel zijn ze, de 29 enthousiaste en gemotiveerde brandweelieden van SCK CEN – hoofdzakelijk vrijwilligers. Het duurt maximaal 15 minuten, vooraleer ze ter plaatse zijn. Al zijn korte interventietijden niet zaligmakend. Het korps moet ook over de geschikte materialen en uitrusting beschikken. “Die uitrusting moet ons in staat stellen om het vuur te blussen of de brand – in afwachting van de openbare brandweer – onder controle te houden”, aldus Geerinckx. Over geschikte middelen hoeft SCK CEN zich geen zorgen te maken. In 2020 nam het immers een nagelnieuw bluswaternetwerk in gebruik.

Via dat uitgebreide netwerk aan waterleidingen geraakt de bedrijfsbrandweer aan bluswater. Het bluswater stamt van vier cilindrische watertanks, verdeeld over twee locaties. De tanks zijn elk vijf meter hoog en hebben een diameter van 13 meter. Door hun omvang kunnen ze elk 700.000 liter water herbergen. Elke locatie heeft twee diesel aangedreven pompen, die het water van de tank aan 11.600 liter per minuut in het netwerk stuwen. Met die capaciteit kan SCK CEN nu ruimschoots de tijd overbruggen, die de openbare brandweer nodig heeft om de zogenaamde tertiaire bluswatervoorziening operationeel te krijgen. “Een tertiaire bluswatervoorziening is een watervoorraad in een quasi onbeperkte hoeveelheid die mogelijk op grote afstand ligt”, verduidelijkt Geerinckx.





**We hebben altijd mankracht en bluswater ter beschikking om brand te bestrijden.**

Eric Geerinckx

*Van links naar rechts: Jan Veraghtert, Eric Geerinckx en Marc Blockx*

### Studiedossier

Aan het vernieuwde bluswaternetwerk ging een heel studiedossier vooraf. “Te beginnen met een vergelijkende studie”, aldus projectcoördinator Jan Veraghtert. SCK CEN bezocht nucleaire instellingen, petrochemische bedrijven en KMO’s. “We vergeleken de verschillende bluswaternetwerken. Al snel kwamen we tot de vaststelling dat zij het blus- en drinkwaternetwerk hebben ontdekt, een buffervoorraad water opslaan en met bovengrondse brandkranen werken. Bovengrondse brandkranen hebben een grotere capaciteit en vragen minder opsteltijd dan de ondergrondse varianten, die wij op dat moment gebruikten. De bedrijven worden geconfronteerd met soortgelijke risico’s, dus moesten we een soortgelijk systeem implementeren.”

Daarna volgde de technische puzzel. Waar moeten de brandkranen inplanten? Dat om te vermijden dat de bedrijfsbrandweer meerdere brandslangen moet afrollen om op de watertoevoer te kunnen aansluiten. Hoe lang duurt het om de watertanks bij te vullen? Wat bij een plotse tankbreuk? Er komt dan per locatie 1 400 000 liter water vrij, die een ‘mini-tsunami’ vormen. Die ‘mini-tsunami’ mag geen andere problemen veroorzaken. “Daarbovenop moesten we de aanbevelingen die destijds uit de stresstests vloeiden, in het ontwerp integreren. Concreet moesten we voor elk systeem een back-upstelsel voorzien. Zo hebben we vier tanks over twee locaties verdeeld, zodat we bij een vliegtuigcrash op een van de locaties toch nog een buffervoorraad ter beschikking hebben. In 2018 zijn we dan gestart met de werkzaamheden, in 2020 hebben we ze afgerond”, vertelt Marc Blockx, die de werf nauwgezet opvolgde. Geerinckx vat samen: “We hebben dus altijd mankracht en bluswater ter beschikking om brand te bestrijden.”

### Detailstudie voor twee netwerken

Na het ongeval van Fukushima in 2011 legden de Europese Raad stresstests op voor alle actieve kernreactoren in de Europese Unie. Die tests moeten aantonen in welke mate de kernreactoren bestand zijn tegen extreme natuurverschijnselen zoals overstromingen en aardbevingen. De analyse ervan vond in de periode 2011-2013 plaats. De aanbevelingen werden het concept van het bluswaternetwerk verwerkt. Het concept dat in 2015 werd voorgesteld, werd bijgesteld op basis van een detailstudie – uitgewerkt door VK Engineering. Die detailstudie zoomde in op twee netwerken: het bluswaternetwerk enerzijds en het drinkwaternetwerk anderzijds. SCK CEN ontving feedback van zowel interne als externe experts, waaronder FANC, Bel V en de openbare brandweer. In 2018 lag er een definitief concept op tafel. De werkzaamheden werden kort erna aangevat en twee jaar later opgeleverd door aannemer DENYS.

### Noodplanoefeningen

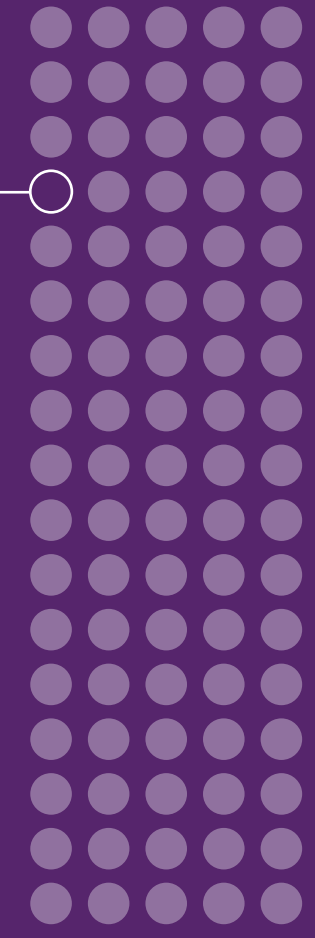
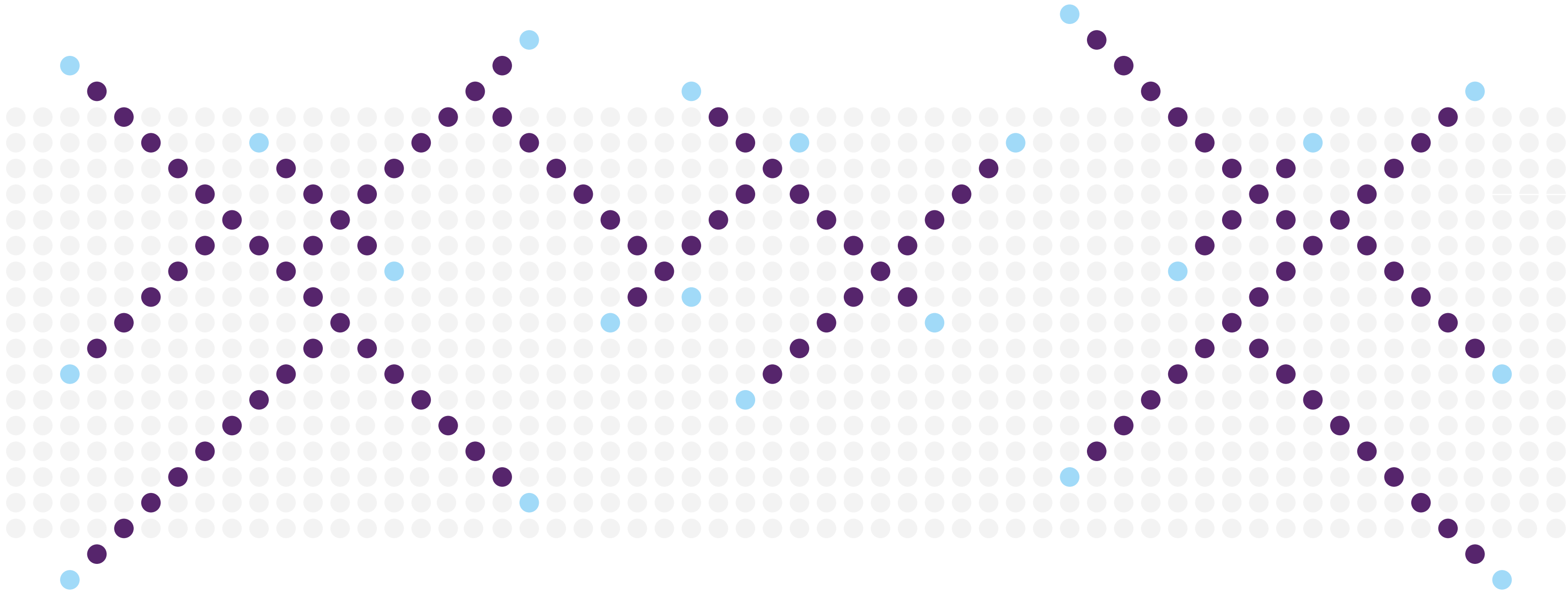
Om bij een brand snel te kunnen ageren, moet de bedrijfsbrandweer alle handelingen in de vingers hebben. “In crisissituaties heb je geen tijd om je af te vragen hoe het brandbestrijdingsmateriaal werkt of welke inzetmethodes je moet toepassen. Dat moet parate kennis zijn. Op dat moment moet je die handelingen zonder nadenken uitvoeren. Je focus gericht op de brand, niet op de handelingen. Daarom oefenen we intensief”, verklaart Geerinckx. SCK CEN houdt tweewekelijkse brandweeroefeningen, geeft specialisatie-opleidingen aan zijn chauffeurs en organiseert jaarlijks één grootscheepse, gezamenlijke oefening met de openbare brandweer. Die oefeningen zijn niet enkel een praktische must, ook een wettelijke vereiste. Dat staat te lezen in artikel 17 van het ‘Koninklijk besluit houdende veiligheidsvoorschriften voor kerninstallaties’: ‘Er moet voor elke plaats waar de brand de voor de nucleaire veiligheid belangrijkste uitrustingen kan aantasten of waar zich radioactieve materialen bevinden, een brandbestrijdingsstrategie worden ontwikkeld die up-to-date gehouden wordt en het voorwerp uitmaakt van een opleidingsprogramma.’ “Dubbelcheck”, besluit Geerinckx.

**Nucleaire en petrochemische bedrijven worden geconfronteerd met soortgelijke risico’s, dus moesten we een soortgelijk systeem implementeren.**

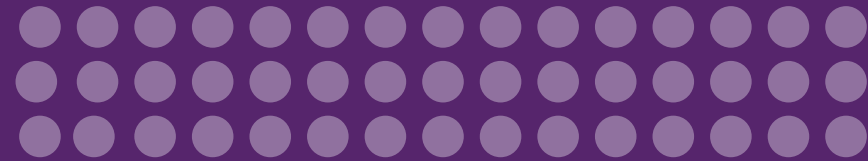
Jan Veraghtert





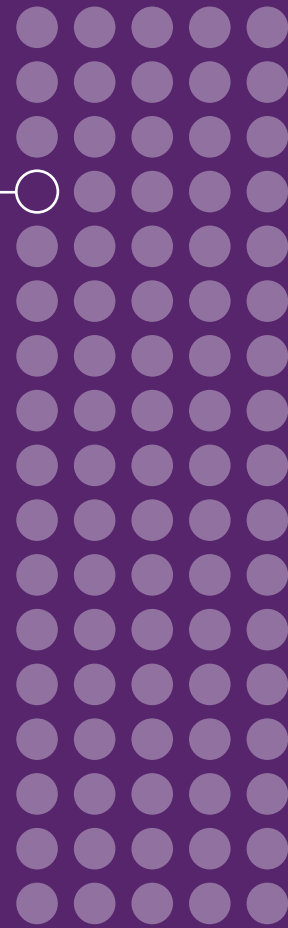


gezondheid



## Patronen doorbreken door

productie, onderzoeksmethoden en bestaande samenwerkingen uit te breiden. Die uitbreiding laat toe om vooruitgang te boeken. En dat richting een meer gepersonaliseerde geneeskunde, meer efficiënte kankerbehandelingen of een beter begrip van stralingseffecten.





# BR2 produceert recordhoeveelheid medische radio-isotopen

Meer dan 12 miljoen patiënten werden geholpen dankzij die productie

Meer dan 12 miljoen patiënten werden geholpen dankzij de productie van medische radio-isotopen in de BR2-onderzoeksreactor. “Dat zijn vijf miljoen patiënten meer dan ons vorig gemiddelde”, klinkt het trots. Een wijziging van het aantal draaidagen ligt aan de basis van die mooie cijfers.

“Nooit eerder in de geschiedenis van de BR2-onderzoeksreactor klokten we af op zulke cijfers!”, vertelt Steven Van Dyck, reactormanager bij SCK CEN, enthousiast. Wie de cijfers erbij neemt, deelt onmiddellijk Van Dyck's enthousiasme. Typisch produceert SCK CEN per reactorcyclus tien tot vijftien verschillende radio-isotopen. Twee radio-isotopen nemen het grootste gedeelte van de productie in beslag: molybdeen-99, de bron van de belangrijkste diagnostische radio-isotoop technetium-99m, en lutetium-177, een actief gebruikte radio-isotoop in de strijd tegen prostaatkanker. Er werd een kwart meer molybdeen-99 geproduceerd, terwijl de productie van lutetium-177 een ongeziene stijging van 75% kende. In totaal konden meer dan 12 miljoen diagnoses en 25 000 behandelingen dankzij de Belgische productie uitgevoerd worden.

“Na uitgebreid testen en veelvuldig valideren hebben we in december de eerste holmiummicrosferen kunnen leveren voor de behandeling van leverkanker.”

Bernard Ponsard

## Meer draaidagen

Die mooie cijfers zijn het logische gevolg van de beslissing om **het aantal draaidagen te verhogen van 160 naar 210 dagen per jaar**. Die beslissing werd genomen om een continue bevoorrading van medische radio-isotopen te verzekeren. “De helft van bevoorrading moet van onze onderzoeksreactor komen, er is nergens ter wereld een alternatief. Dat onderlijnt de vitale bijdrage die wij leveren en ook in de toekomst moeten blijven leveren. Het aantal kankerpatiënten blijft immers jaar na jaar stijgen, de vraag neemt evenredig toe”, aldus Steven Van Dyck.

Toen SCK CEN die beslissing nam, had niemand kunnen voorspellen dat een pandemie de productie mogelijks lam zou kunnen leggen. “We hielden ons hart vast, toen het coronavirus in Europa voet aan wal zette. Maar het is ons gelukt om zelfs in crisistijd die verhoogde en broodnodige productie te verzekeren. En dat dankzij de ongeziene inzet van onze medewerkers. Het was dus een uitzonderlijk jaar in een uitzonderlijk jaar”, besluit Steven Van Dyck.

## Het regent records

SCK CEN produceerde niet alleen een recordhoeveelheid aan medische radio-isotopen. Tegelijk schoot ook het aantal ton aan geproduceerd gedopeerd silicium de hoogte in. “Silicium is veruit de meest gebruikte halfgeleider. Halfgeleiders vormen het basismateriaal voor de elektronische componenten van bijvoorbeeld systemen voor zonne- en windenergie, hybride auto's en hogesnelheidstreinen. Vorig jaar stroomden de bestellingen binnen vanuit Japan, China en andere uithoeken in de wereld. In totaal produceerden we 36 ton – een verdubbeling ten opzichte van andere jaren”, licht Steven Van Dyck toe.



## Holmiumbolletjes

En alsof 2020 nog niet uitzonderlijk genoeg was, breidde het onderzoekscentrum datzelfde jaar ook zijn portfolio aan radio-isotopen uit. Nieuw op de lijst is de therapeutische radio-isotoop holmium-166, een beter alternatief voor yttrium-90. Yttrium-90 is op dit moment de standaard in 'selectieve interne radiatie (SIRT)'. Een SIRT-behandeling wordt opgestart bij patiënten met leverkanker, bij wie opereren geen optie is. Bij een dergelijke behandeling worden kleine bolletjes – zo groot als de dikte van een haar – in de slagader van de lever gespoten. Ze lopen vast in de allerkleinste haarvaten van de levertumoren en geven daar lokaal hun straling af. De tumoren krimpen of verdwijnen, terwijl het omringde gezonde leverweefsel gespaard blijft. "In tegenstelling tot yttrium-90, zijn holmiumbolletjes – zogenaamde holmiummicrosferen – wél zichtbaar op MRI- en SPECT CT-scans. Zo kunnen artsen de dosering individueel op de patiënt afstemmen. We hebben hard gewerkt om de uitdagende bestralingscondities voor holmium-166 juist te krijgen. Na uitgebreid testen en veelvuldig valideren hebben we in december de eerste holmiummicrosferen kunnen leveren. In 2020 starten we met de commerciële productie ervan om patiënten te kunnen behandelen", vertelt Bernard Ponsard, stakeholdermanager voor de productie van radio-isotopen en gedopeerd silicium.

En een gepersonaliseerde behandeling is meer dan welgekomen. In 2020 werd er wereldwijd bij meer dan 905 000 mensen leverkanker vastgesteld. In datzelfde jaar lieten 830 180 leverkankerpatiënten het leven. Dat maakt het tot de zevende meest voorkomende en de derde meest dodelijke kanker ter wereld.



### Uitbating tot 2036 verzekeren

De nucleaire geneeskunde kan op onze BR2-onderzoeksreactor rekenen. In de laatste 45 jaar heeft ze geen enkele aangekondigde cyclus volledig gemist. Dat is te danken aan onze doorgedreven, preventieve onderhoudsbeurten, die in een verhoogd werkingsregime eveneens prioriteit blijven. We zijn dan ook met het volste vertrouwen aan de voorbereidingen van de tienjaarlijkse veiligheidsevaluatie begonnen. Met het rapport daarvan vragen we aan de Belgische autoriteiten de toestemming om de uitbating minstens tot 2036 te mogen verzekeren.

#### Sven Van den Berghe

*Nucleaire Materiaalwetenschappen*

# Lutetium-177: naar een gepersonaliseerde geneeskunde

IRE en SCK CEN sluiten partnerschap voor de productie van lutetium-177 en andere radio-isotopen

Sinds jaar en dag werken het Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE) en SCK CEN nauw samen in de productie van medische radio-isotopen. In 2020 ondertekenden beide partners een tweede publiek-publiek partnerschap dat hun jarenlange samenwerking een nieuw elan geeft. Eén met een focus op zowel diagnose als behandeling.



December 2018. Het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN en zusterbedrijf Nationaal Instituut voor Radio-elementen (IRE) zetten hun handtekening onder het publiek-publiek partnerschap RECUMO. De inkt is nog niet droog of beide partners spreken al over een volgende samenwerking. Ditmaal in het domein van medische radio-isotopen. "In het verhaal van medische radio-isotopen zijn SCK CEN en IRE complementair en betekenen we een meerwaarde voor elkaar. Waarom zouden we de handen niet in elkaar slaan?", klomk het kort na de ondertekening. Zo gezegd, zo gedaan.

In 2020 ondertekenden beide partners een tweede publiek-publiek partnerschap, dat hun jarenlange samenwerking in het domein van nucleaire geneeskunde een nieuw elan geeft. "Decennialang lag de focus van onze productie op twee specifieke radio-isotopen: molybdeen-99 voor diagnose enerzijds en jodium-131 voor de behandeling van schildklierkanker anderzijds. Intussen doet wetenschappelijk onderzoek de nucleaire geneeskunde razendsnel evolueren. Radio-isotopen kunnen niet enkel het verschil maken in medische beeldvorming, maar ook in doelgerichte behandelingen. Als wereldspelers in de productie ervan moeten we oog hebben voor die dynamiek en een verdere ontwikkeling van opkomende therapeutische radio-isotopen mogelijk maken", verheldert Erich Kollegger, CEO van IRE.



## Therapeutische radio-isotopen: een definitie

Therapeutische radio-isotopen zijn een onmisbare schakel in doelgerichte kankerbehandelingen. Bij zo'n behandeling brengt een dragermolecule een radio-isotoop heel precies naar de kankercellen. Zodra de dragermolecule zich aan de cel heeft vastgehecht of erin wordt opgenomen, kan de radio-isotoop de kankercellen bestralen zonder gezond weefsel aan te tasten. De kankercellen raken beschadigd, waardoor ze afsterven en de tumor zelf uiteindelijk krimpt.

## RECUMO

Het is al de tweede keer dat beide partners hun hechte samenwerking officieel maken met een handtekening. In december 2018 sloten IRE en SCK CEN een eerste publiek-publiek partnerschap voor het project RECUMO (Recovery of valuable Uranium residues of <sup>99</sup>Mo-based radio-pharma in Belgium). Dat project biedt een structurele oplossing voor het beheer van alle hoogradioactieve restanten, die van de productie van medische radio-isotopen afkomstig zijn en nu op de site van IRE in Fleurus worden opgeslagen.

## Waaier aan radio-isotopen

De productie van lutetium-177 is het eerste concrete project in het kader van die samenwerking, in de komende jaren zullen nog andere radio-isotopen volgen. Lutetium-177 wordt op dit moment in ziekenhuizen gebruikt om neuro-endocriene tumoren te behandelen. Neuro-endocriene cellen bevinden zich vooral in de organen van het spijsverteringsstelsel, waaronder de maag, de pancreas en darmen. De radio-isotoop is echter ook veelbelovend voor de behandeling van prostaatkanker, dat in Europa verantwoordelijk is voor 90.000 sterfgevallen per jaar. Ze wordt ingezet in combinatie met gallium-68 (Ga-68). Met die laatste kunnen artsen de omvang van de prostaattumor in kaart brengen en de dosis van lutetium-177 daarop afstemmen, die de patiënt bij de behandeling toegediend moet krijgen. "Een gepersonaliseerde geneeskunde dus. We verwachten dat de wereldvraag in de komende jaren zal verdrievoudigen", vervolgt Eric van Walle, directeur-generaal van SCK CEN. "Willen farmaceutische bedrijven lutetium-177 als behandeling voor prostaatkanker op de markt brengen, moet het aanbod kunnen volgen. Met dit partnerschap vergemakkelijken we de toegang tot die en andere vernieuwende radio-isotopen. Door samen te werken, kunnen we van België bovendien een onmisbare speler maken in de productie en distributie van radio-isotopen voor nucleaire geneeskunde."

## Complementaire rolverdeling

Het partnerschap betekent een veranderde samenwerking, maar weliswaar een ongewijzigde rolverdeling. De rolverdeling tussen beide partners ligt al van oudsher vast. "Onze onderzoeksreactor BR2 neemt de eerste productiefase van medische radio-isotopen voor zijn rekening: het bestralen van targets. Nadien behandelt het IRE die targets door een chemisch proces om medische radio-isotopen te verkrijgen, die aan patiënten toegediend kunnen worden. We zijn volledig op elkaar ingespeeld, de samenwerking verloopt als een geoliede machine", legt Eric van Walle (SCK CEN) uit. Erich Kollegger (IRE) beaamt: "Met dit publiek-publiek partnerschap worden die complementaire vaardigheden ten volle benut. Dat maakt dat partnerschap zo waardevol."

# Van pijnbestrijding naar kankerbestrijding

SCK CEN doet onderzoek naar samarium-153 als theranostisch radio-isotoop

**Al meer dan 20 jaar produceert het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN samarium-153, een veel gebruikte radio-isotoop in de palliatieve zorg. Vorig jaar ontwikkelden radiochemici van SCK CEN een techniek om de radio-isotoop verder te zuiveren. "Dankzij die techniek kunnen we kanker behandelen in plaats van enkel de symptomen ervan te bestrijden", aldus radiochemicus Michiel Van de Voorde. De eerste preklinische testen zijn al achter de rug.**

Sommige kankersoorten zoals borst-, prostaat- en longkanker zaaien uit naar de botten. Die uitzaaiingen kunnen ernstige pijnklachten veroorzaken. Om die pijn (tijdelijk) te verminderen, krijgen patiënten vaak een behandeling met samarium-153. Die radio-isotoop die zich in het lichaam als calcium gedraagt, wordt grotendeels in het skelet opgenomen. Ze bestraalt heel lokaal de plaatsen waar het bot is aangetast. De palliatieve behandeling is meestal niet-genezend, enkel pijnstillend.

Daar brengt het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN – in samenwerking met het CERN in het Zwitserse Genève en het Instituut voor Kern- en Stralingsfysica van KU Leuven – verandering in. "Het samarium dat vandaag in palliatieve kankertherapie ingezet wordt, is in feite een mengeling van niet-radioactief samarium-152 en radioactief samarium-153. Tot op heden was het onmogelijk om die twee radio-isotopen te scheiden. Dat heeft als gevolg dat een teveel aan samarium-152 de opname van samarium-153 in een kankercel blokkeert en zo de therapeutische kracht ervan afremt", verduidelijkt Michiel Van de Voorde, radiochemicus bij SCK CEN.





SCK CEN ontwikkelde een scheidingstechniek om zuiver samarium-153 te verkrijgen. “Dankzij die techniek kunnen we **kanker behandelen in plaats van enkel de symptomen ervan te bestrijden**”, aldus Michiel Van de Voorde. Hoe ziet het nieuwe productieproces eruit? Welke extra stappen worden er genomen om zuiver samarium-153 te verkrijgen? Om radioactief samarium-153 te bekomen, worden allereerst capsules met hoogverrijkt samarium-152 in de BR2-onderzoeksreactor bestraald. De capsules worden na bestraling naar een radiochemisch laboratorium op onze site in Mol gebracht. “Daar bereiden we het bestraalde materiaal voor om het naar CERN-MEDICIS te transporteren. Daar wordt met behulp van massascheiding in een ISOL-installatie samarium met atoommassa 153 geïsoleerd en opgevangen. Eenmaal terug in Mol zuiveren we het opgevangen samarium-153 verder via een radiochemisch proces, zodat we het therapeutische effect van samarium-153 nader kunnen bestuderen”, legt radiochemicus Andrew Burgoyne uit.



Van links naar rechts: Maarten Ooms, Michiel Van de Voorde en Andrew Burgoyne

“Dankzij die techniek kunnen we kanker behandelen in plaats van enkel de symptomen ervan te bestrijden.”

Michiel Van de Voorde

### Dosissen spreiden

Theoretisch gezien loont een verder onderzoek alvast de moeite. “De radio-isotoop heeft een halfwaardetijd van net geen twee dagen. Dankzij die korte halfwaardetijd kunnen artsen de dosis in fracties verdelen en dus meerdere injecties toedienen. Zo wordt de patiënt per behandeling met minder hoge dosissen belast”, aldus Maarten Ooms, radiofarmaceut bij SCK CEN. Een ander, groot voordeel schuilt in het verval van de radio-isotoop. “Samarium-153 vervalt door een bèta-deeltje uit te stoten. Daarbij zendt het ook fotonen uit – stralingsenergiepakketjes waarmee het lichaam als het ware inwendig gefotografeerd kan worden. Dat maakt samarium-153 een theranostisch radio-isotoop bij uitstek. Het laat toe om kanker te behandelen en tegelijk het effect van die behandeling nauw op te volgen.”

Voordat het zover is, moet dat nog in de praktijk getoetst worden. De eerste preklinische testen zijn al achter de rug. “We koppelden samarium-153 aan een dragermolecule, testten de stabiliteit van die koppeling en volgden het pad dat ze in een lichaam aflegt. Brengt de dragermolecule de radio-isotoop naar de organen die we voor ogen hadden? Dat deed ze!”, vertelt Maarten Ooms. In een volgende stap zullen de onderzoekers experimenten met kankermodellen uitvoeren en de medische beeldvorming met samarium-153 uittesten. Daarna wil SCK CEN de productie opschalen in het kader van het NURA-project om verder onderzoek naar die veelbelovende radio-isotoop mogelijk te maken. Dat project voert baanbrekend onderzoek uit naar radiofarmaca voor de behandeling van verschillende soorten kanker, hetgeen gebeurt in samenwerking met klinische en industriële partners.



## Massascheider

Nu zorgt CERN-MEDICIS voor de fysische selectie op basis van massa. In de toekomst zal de onderzoeksinfrastructuur ISOL@MYRRHA die rol op zich nemen. “Het is een race tegen de klok om de medische radio-isotopen tijdig bij de patiënt te krijgen. Elke minuut telt. Met elke verplaatsing die we niet moeten doen, boeken we dus tijdswinst in het voordeel van de patiënt. En dat niet alleen. Door alle stappen intern te verzorgen, kunnen we een uitstekende kwaliteit van het ontwikkeltraject garanderen”, besluit Maarten Ooms. De bouw van ISOL@MYRRHA krijgt meer en meer vorm [lees meer op pagina 56].

“Als theranostisch radio-isotoop bij uitstek laat samarium-153 toe om kanker te behandelen en tegelijk het effect van die behandeling nauw op te volgen.”

Maarten Ooms

## Wat zijn doelgerichte behandelingen?

Bij doelgerichte kankerbehandelingen brengt een dragermolecule een therapeutisch radio-isotoop heel precies naar de kankercellen. Zodra de dragermolecule zich aan de cel heeft vastgehecht of erin wordt opgenomen, kan de radio-isotoop de kankercel bestralen. De kankercellen raken beschadigd, waardoor ze afsterven en de tumor zelf uiteindelijk krimpt of verdwijnt.

# SCK CEN kweekt miniatuurhersenen

Miniatuurhersenen moeten tot betere kennis van stralingseffecten leiden

Wetenschappers van SCK CEN kweken kunstmatig hersenen in een petrischaaltje. De miniatuurhersenen die amper een hagelbolletje groot zijn, lijken in bepaalde opzichten sterk op het menselijke brein. De vernieuwende techniek maakt het mogelijk om allerlei stralingseffecten beter te onderzoeken.

Kennis delen is key om wetenschappelijke vooruitgang te boeken. Als onze voorgangers niet de moeite hadden genomen om hun kennis te delen, zou de wetenschap nooit op dit punt hebben gestaan. Wetenschappers duiken daarom in de literatuur of schuimen – in niet-coronatijden – conferenties af. Soms botsen ze op verbluffende resultaten of technieken, waarmee ze een nieuwe wind in hun eigen onderzoek kunnen blazen. Hetzelfde gebeurde bij het neurologische onderzoek van SCK CEN. “We ontdekten dat Jay Gopalakrishnan, professor bij de universiteit

van Düsseldorf, hersenorganoïden – kunstmatig gekweekte hersenen – als model gebruikt om door het zikavirus veroorzaakte microcefalie te bestuderen. Bij microcefalie ontwikkelen hersenen zich niet volledig: kinderen worden geboren met een te kleine schedel en een verstandelijke beperking”, legt Roel Quintens, radiobioloog bij SCK CEN, uit. “Wij bestuderen microcefalie die zich na stralingsblootstelling in een embryonale fase kan manifesteren.”

Het nucleaire onderzoekscentrum zou **met deze techniek zijn eerder opgedane kennis over de impact van ioniserende straling op de hersenontwikkeling kunnen verbeteren**. “In vergelijking met volwassenen zijn hersenen van een ontwikkelende foetus uiterst gevoelig voor straling. Uit onzekerheid worden zwangere vrouwen op dit moment afgeraden om een scan te laten maken of een radiotherapie te ondergaan. Voor de moeder zelf kan een uitgestelde diagnose of behandeling echter ernstigere gevolgen hebben dan eventuele stralingseffecten op de foetus. Daarom zijn die inzichten van cruciaal belang”, vervolledigt Mieke Verslegers, radiobiologe bij SCK CEN.





Het eerste bestralingsexperiment met miniaturhersenen leverde veelbelovende resultaten op. Toen wisten we zeker dat we deze piste verder moesten uitspitten.

Roel Quintens

### Verbeterde inzichten

De wetenschappers van SCK CEN zijn ervan overtuigd dat de hersenorganoïden hen kunnen helpen om de stralingseffecten glashelder te krijgen. “In samenwerking met professor Gopalakrishnan uit Düsseldorf hebben we een eerste bestralingsexperiment uitgevoerd. En de resultaten waren veelbelovend. De miniaturhersenen die bestraald waren, groeiden trager dan hun niet-bestraalde tegenhangers. En dat effect was dosisafhankelijk: hoe hoger de stralingsdosis, hoe kleiner de miniaturhersenen. Toen wisten we zeker dat we deze piste verder moesten uitspitten”, vertelt Roel Quintens. Dat wordt verder uitgezocht door doctoraatsstudente Jessica Ribeiro, die haar doctoraat aan dit onderwerp wijdt. “In 2020 hebben we het kweekproces op punt gesteld. Vervolgens zullen we in eerste instantie de kunstmatige hersenen aan hoge stralingsdossissen blootstellen, zodat we duidelijke effecten kunnen opmerken. Dat geeft ons een referentiekader wanneer we de dosis systematisch zullen verlagen en de effecten van die dossissen zullen bestuderen”, verduidelijkt ze.

### Kweekproces

De miniaturhersenen worden gemaakt met stamcellen, die zich kunnen ontwikkelen tot elke mogelijke cel in het lichaam. Jessica Ribeiro: “Om ze tot hersencellen te laten uitgroeien, moeten we ze doen geloven dat ze dat zijn. We moeten de stamcellen dus om de tuin leiden en dat doen we door de juiste voedingsstoffen toe te dienen. Met de juiste voedingsstoffen beginnen de cellen zich te delen, onderlinge verbindingen te maken en zich dus te organiseren tot een menselijk brein in ontwikkeling. In twintig dagen hebben we een minibrein, waarop we testen kunnen uitvoeren.” Het embryonale minibrein is niet groter dan een hagelbolletje, maar lijkt qua structuur in bepaalde opzichten sterk op menselijke hersenen. Hierdoor kunnen wetenschappers het menselijke brein beter bestuderen en eventuele geneesmiddelen uittesten, die de signaalwegen betrokken bij microcefalie onderdrukken.



Radiobiologen Mieke Verslegers en Roel Quintens

Een diagnose of behandeling uitstellen zou voor de moeder ernstigere gevolgen kunnen hebben dan eventuele stralingseffecten op de foetus.

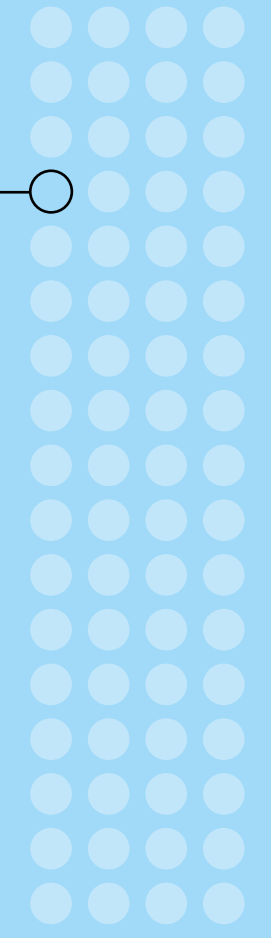
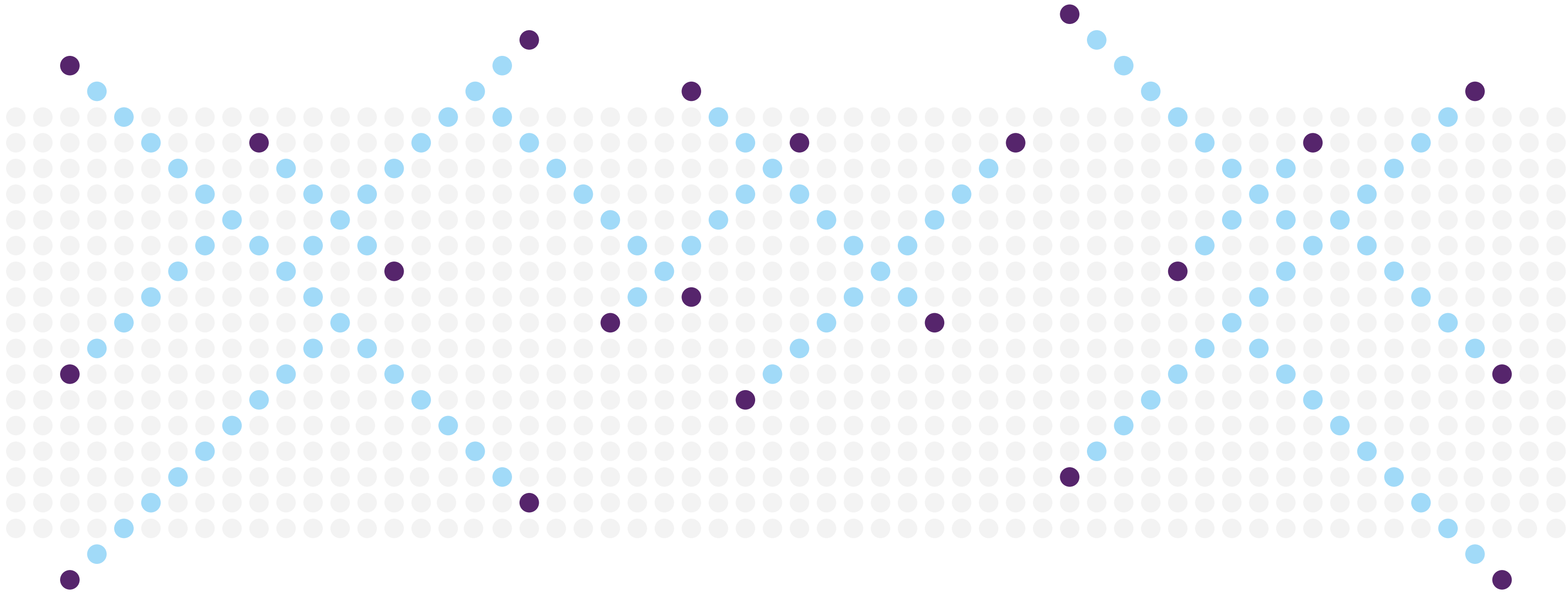
Mieke Verslegers

### Vervolgonderzoek

SCK CEN zal de miniaturhersenen ook inzetten in ander hersenonderzoek. Zo buigt het volgende doctoraat zich over het gebruik van hersenorganoïden om glioblastoom, de dodelijkste vorm van hersenkanker, te onderzoeken. Die kanker komt vaak terug na de behandeling. Gemiddeld leven patiënten na de diagnose minder dan vijftien maanden. Slechts enkelingen overleven op langere termijn: 25 procent haalt twee jaar en minder dan tien procent vijf jaar.

### Neurologisch onderzoek op SCK CEN

Dit innovatieve project kadert in breder neurologisch onderzoek van SCK CEN. Dat onderzoek focust zich op de impact van ioniserende straling op de hersenontwikkeling bij embryo's en bij kinderen met hersentumoren, die op jonge leeftijd bestraling moeten krijgen. De onderzoekers van SCK CEN bestuderen hoe de bestraling verband houdt met cognitieve achteruitgang en gedragsveranderingen. “Ligt dat aan de basis van vervroegde veroudering en de ziekte van Alzheimer? Of lopen ze een hoger risico om epilepsie te ontwikkelen? Welke celtypen spelen hierin een rol? Op die vragen trachten we een antwoord te formuleren”, besluit Mieke Verslegers.



veiligheid &  
maatschappij



# Patronen doorbreken door

vanuit een andere insteek te vertrekken. Wie een andere bril opzet, ziet een andere realiteit. Een betere realiteit. Eén die de veiligheid van nucleaire vernieuwingen doorgedreven test, innovaties bij zijn eindgebruiker doet landen en het volume aan afval doet krimpen.



veiligheid &  
maatschappij

3



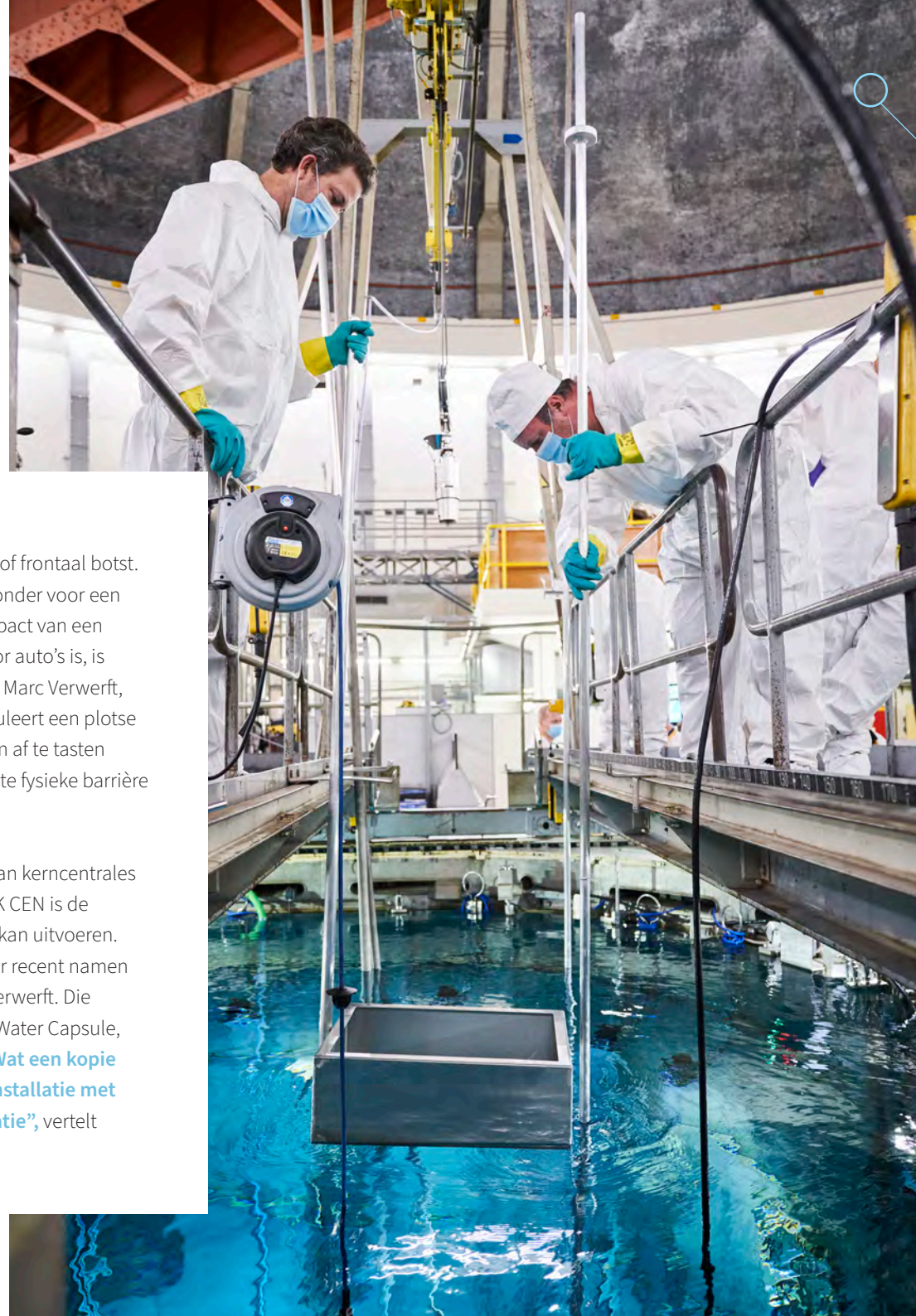
# SCK CEN verzekert veiligheid van nucleaire innovatie

Installatie SCK CEN stelt splijtstofstaven verregaand op de proef

Al sinds 1976 stelt SCK CEN nieuw ontwikkelde splijtstofstaven verregaand op de proef. Die test vormt het sluitstuk in het veiligheidsdossier. Vorig jaar verving het onderzoekscentrum zijn installatie, waarmee het nu – als enige in Europa – die testen uitvoert. “Wat een kopie van de vorige versie moest worden, werd een installatie met meer mogelijkheden en meer meetinstrumentatie”, vertelt projectleider Brian Boer.

Een auto die tegen een lantaarnpaal klappt, kantelt of frontaal botst. Geen enkel automodel mag op de markt komen zonder voor een crashtest te slagen. “Een crashtest evalueert de impact van een accident en dus de veiligheid. Wat de crashtest voor auto’s is, is de transiënt test voor nucleaire splijtstoffen”, aldus Marc Verwerft, splijtstofexpert bij SCK CEN. Een transiënt test simuleert een plotse vermogensstijging van een reactor. Bedoeling is om af te tasten welke vermogensstijging de splijtstofhuls – de eerste fysieke barrière van de uraniumsplijtstof – doet falen.

Transiënt testen zijn onmisbaar om de veiligheid van kerncentrales te waarborgen. De BR2-onderzoeksreactor van SCK CEN is de enige in Europa, die dergelijke noodzakelijke tests kan uitvoeren. “We leveren die dienstverlening al sinds 1976, maar recent namen we een vernieuwde installatie in gebruik”, vertelt Verwerft. Die installatie heet PWC7. PWC staat voor Pressurized Water Capsule, het getal duidt op een zevende generatie ervan. “Wat een kopie van de vorige versie moest worden, werd een installatie met meer mogelijkheden en meer meetinstrumentatie”, vertelt projectleider Brian Boer.



“We leveren die dienstverlening al sinds 1976, maar recent namen we een vernieuwde installatie in gebruik.”

Marc Verwerft

## Hoogste accuraatheid

De meetinstrumentatie laat toe om meer factoren in kaart te brengen. Wat is de temperatuur in het water van de capsule waarin de onderzoekers de splijtstofpin hebben geplaatst? Hoe heet wordt de splijtstofhuls? Hoe zet de pin uit tijdens bestraling? Verandert de diameter van de huls? Welke neutronen- en gammaflux meten we? Welke inwendige druk ervaart de splijtstofpin? En dat alles aan de hoogste accuraatheid. Marc Verwerft licht toe: “Om die repetitieve accuraatheid te bevestigen, hebben we de voorbije twee jaar tal van kwalificatietesten uitgevoerd: zowel met dummy-splijtstofpinnen als met echte splijtstofstaven. De vernieuwde installatie voldoet aan alle hoge kwaliteits- en veiligheidseisen. Ze is dus klaar voor de volgende stap: de eerste commerciële transiënt test. Die staat gepland in het tweede semester van 2021.”

## Verloop test

Dan komt de vraag: hoe verloopt een transiënt test? Hoe bootst SCK CEN na dat een commerciële kerncentrale ‘door zijn transiënt gaat’? De splijtstofpinnen die het onderzoekscentrum ontvangt, werden al enkele jaren in normale omstandigheden bestraald. Splijtstofpinnen in een commerciële centrale zijn vier meter lange buizen, waarin uraniumsplijtstof in keramische pellets – cilindrische tabletten van ca. 1 cm hoogte – gestapeld zijn. “Voor onze transiënt test nemen wij een staal van een halve meter, laden we die in een PWC-watercapsule en positioneren we die in de reactorkern van BR2”, aldus Brian Boer.

Die positie is nauwkeurig berekend om een ongeval te kunnen nabootsen. De reactor draait een dag lang op laag vermogen, waarna de reactoroperatoren in amper twee minuten het vermogen verdubbelen. Door die stijging gaat de temperatuur van de testpin de hoogte in. De buitentemperatuur blijft op de normale werkingstemperatuur, maar centraal verdubbelt de temperatuur tot ruim boven 2000 °C. Door de temperatuurstijging zet de splijtstof uit en oefent druk uit op de huls. “Zien we activiteit in het water van de PWC? Dan is de huls gefaald, wordt de test stopgezet en de beschadiging onderzocht. Is er geen activiteit? Dan houden we dat vermogen gedurende twaalf uur aan om nadien de pin op beschadigingen te onderzoeken. Denk bijvoorbeeld aan kleine barstjes die je met het blote oog niet kan zien.”

De resultaten die uit de transiënt test vloeien, worden gebruikt om computercodes te valideren. Met die codes kunnen dan tientallen tot honderden simulaties uitgevoerd worden. “Een transiënt test tast de veiligheidsmarges van splijtstof af en is het sluitstuk van een licentiedossier. Met onze experimenten stellen we de industrie in staat om op een veilige manier vernieuwingen door te voeren”, besluit projectleider Brian Boer.



### Grotere capaciteit

De PWC7 kan – naast de nucleaire crashtest – ook voor andere doeleinden ingeschakeld worden. Ten eerste kunnen klanten laten nagaan hoe splijtstoffen reageren, wanneer kerncentrales meer op energiepieken en –dalen inspelen en het vermogen vaker schommelt. Ten tweede kunnen ze opbrandlimieten laten testen en ten derde nieuwe materialen op de proef laten stellen. SCK CEN denkt al aan een PWC8 en PWC9 om de capaciteit te kunnen vergroten.

“Met onze experimenten stellen we de industrie in staat om veilig vernieuwingen door te voeren.”

Brian Boer



## SCK CEN geeft nieuwe dimensie aan nucleair onderzoek

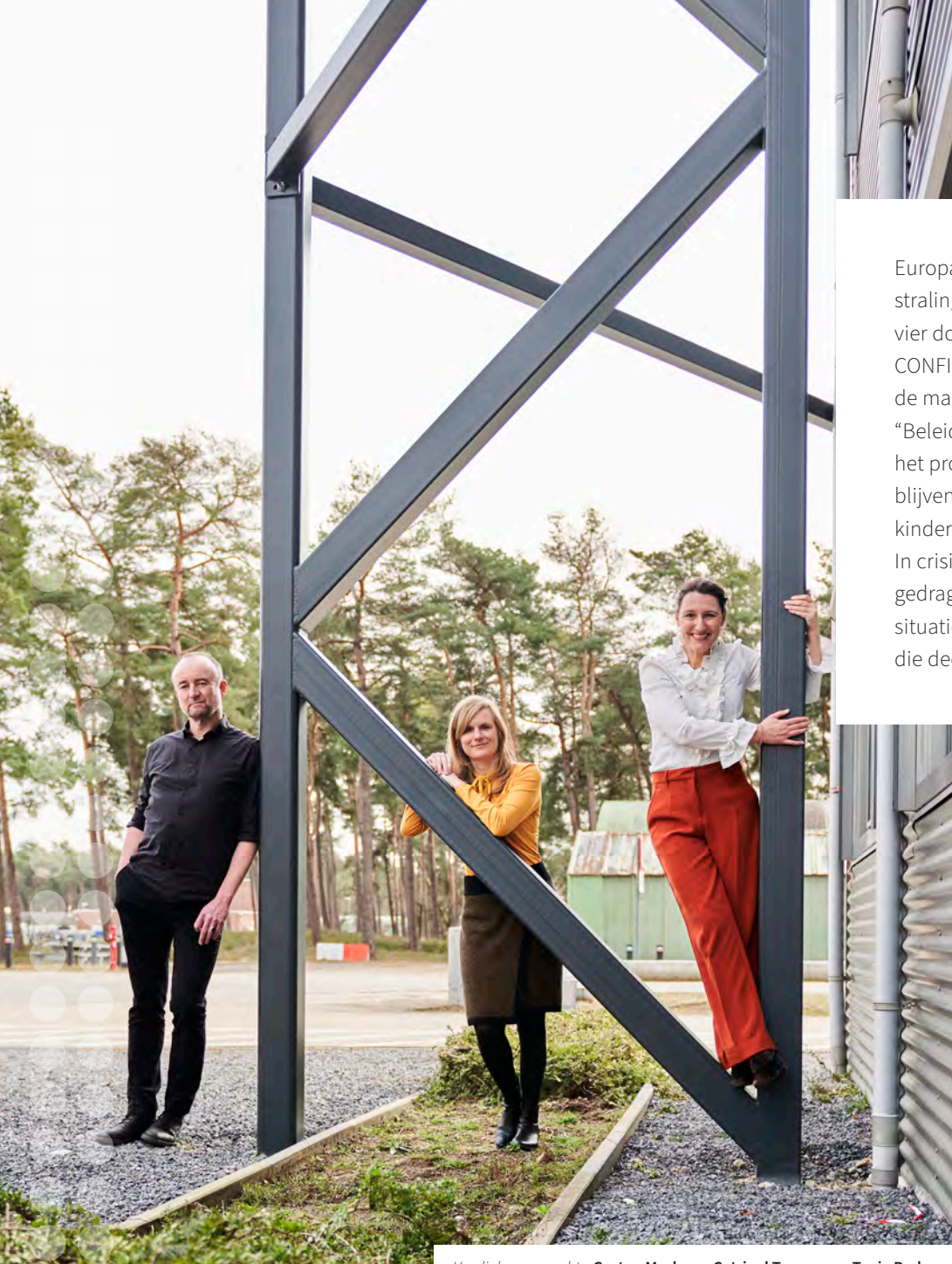
Impactvolle wetenschap wordt gevormd voor en door mensen

Het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN is pionier in de integratie van sociale en ethische aspecten in nucleair onderzoek. Het richtte in de jaren '90 hierover een eigen onderzoeksprogramma op. Vanuit die voortrekkersrol wist SCK CEN het debat in Europa aan te zwengelen. De inspanningen werden beloond. Sinds 2020 krijgen sociale wetenschappen een centrale plaats in onderzoek naar stralingsbescherming. “Door mensen vanaf het begin actief te betrekken, kunnen we de impact van onderzoek vergroten”, weet Catrinel Turcanu, expert in sociale wetenschappen bij SCK CEN.

Meer dan 30 projectpartners staken de voorbije vijf jaar de hoofden bij elkaar om toekomstig, Europees onderzoek in stralingsbescherming richting te geven. Het H2020-project kreeg de naam ‘CONCERT’ en liep vorig jaar op zijn einde. Al betekende dat einde veeleer **het startsein voor nucleair onderzoek met een nieuwe dimensie**. “Innovatie is mensenwerk. Daarom moeten wetenschappers in de leefwereld van hun eindgebruiker stappen. Door in de huid van hun eindgebruiker te kruipen, kunnen ze oplossingen op concrete behoeften en verwachtingen afstemmen”, aldus Tanja Perko, expert in crisiscommunicatie en risicoperceptie. Ter illustratie: een ooglenstdosimeter die vervelend zit, zal niet gedragen worden.

Dat het afstemmen met maatschappelijke behoeften en bezorgdheden een meerwaarde biedt, weet het nucleaire onderzoekscentrum al langer. Zelf integreert SCK CEN al meer dan twintig jaar sociale en humane wetenschappen in zijn onderzoek, maar het zag in CONCERT het ideale proefproject om die kritische zelfreflectie op Europees niveau in te voeren. “Met succes”, aldus Catrinel Turcanu. “Sociale wetenschappen worden een van de speerpunten in toekomstig onderzoek.”





Van links naar rechts: Gaston Meskens, Catrinel Turcanu en Tanja Perko

Europa pleit dus voor meer integratie van sociale en ethische aspecten in onderzoek naar stralingsbescherming – een advies dat ze zelf ook ter harte neemt. Inmiddels werden er al vier door CONCERT gefinancierde deelprojecten met een sociale inslag voltooid, waaronder CONFIDENCE. Dat omvangrijke project identificeerde onzekerheden in crisissituaties en besprak de manier waarop die onzekerheden de uitgestippelde noodplanning kunnen beïnvloeden. “Beleidsmakers baseren hun beleid op aannames. Neem bijvoorbeeld een gouverneur die het provinciaal rampenplan afkondigt en aanmaant tot schuilen. Het is veiliger om binnen te blijven, maar hoe zullen mensen reageren als hun kinderen nog op school zijn? Laten ze de kinderen op school en blijven ze binnen? Of rijden ze meteen naar daar om ze op te halen? In crisissituaties is iedereen beleidsmaker. Aannames durven dus afwijken van het feitelijke gedrag”, aldus Catrinel Turcanu. Inzicht in het ‘hoe’ en ‘waarom’ mensen zich in specifieke situaties gedragen, kan de effectiviteit van beleidsmaatregelen vergroten. SCK CEN leverde in die deelprojecten een grote bijdrage met sociaal-wetenschappelijk onderzoek.

“Belangrijk is dat we ons een spiegel blijven voorhouden en die integratie blijven stimuleren. Enkel zo kunnen we de kloof tussen wetenschap en maatschappij dichten.”

Catrinel Turcanu

## Haalbaarheid en vertrouwen

Om dat gedrag en de beïnvloedende factoren in kaart te brengen, haalden de projectpartners alle mogelijke methodes uit de kast. Ze analyseerden de inhoud van media-artikels, organiseerden een grootschalige survey in drie Europese landen en observeerden bij elf nucleaire crisisoefeningen. Daaruit blijkt dat ieder individu verschillende fases van onzekerheid doorloopt. “In de eerste fase stellen we onszelf de vraag of we de informatie die binnenkomt, kunnen vertrouwen. We informeren ons verder en luisteren naar het advies van de bevoegde instantie. Dan komt het moment waarop we moeten beslissen: volgen we dat advies? Of net niet? Als we het advies willen volgen, is dat praktisch dan ook mogelijk? Heb ik thuis jodiumpillen om in te nemen? Ben ik mobiel genoeg om zelfstandig te evacueren? Beleidsmaatregelen die eenvoudig toe te passen zijn, worden sneller nageleefd. Tot slot evalueren we of de maatregel – voor ons persoonlijk – het gewenste effect heeft gehad. Na die evaluatie start de cyclus opnieuw”, verduidelijkt Tanja Perko. Naast praktische haalbaarheid is ook vertrouwen een van de meest invloedrijke factoren. “We zijn sneller geneigd om het advies te volgen van instanties die ons vertrouwen genieten.”

## Trend

De projectpartners formuleerden een set van praktische aanbevelingen die beleidsmakers helpen om de juiste aannames te maken en actoren op het terrein bijstaan om een interventie niet op sociale barrières te laten botsen. “Met CONCERT en zijn deelprojecten hebben we een grote sprong voorwaarts gemaakt. Belangrijk is dat we ons die spiegel blijven voorhouden, de discussie levend houden en integratie blijven stimuleren. Enkel zo kunnen we de kloof tussen wetenschap en maatschappij dichten”, besluit Catrinel Turcanu.



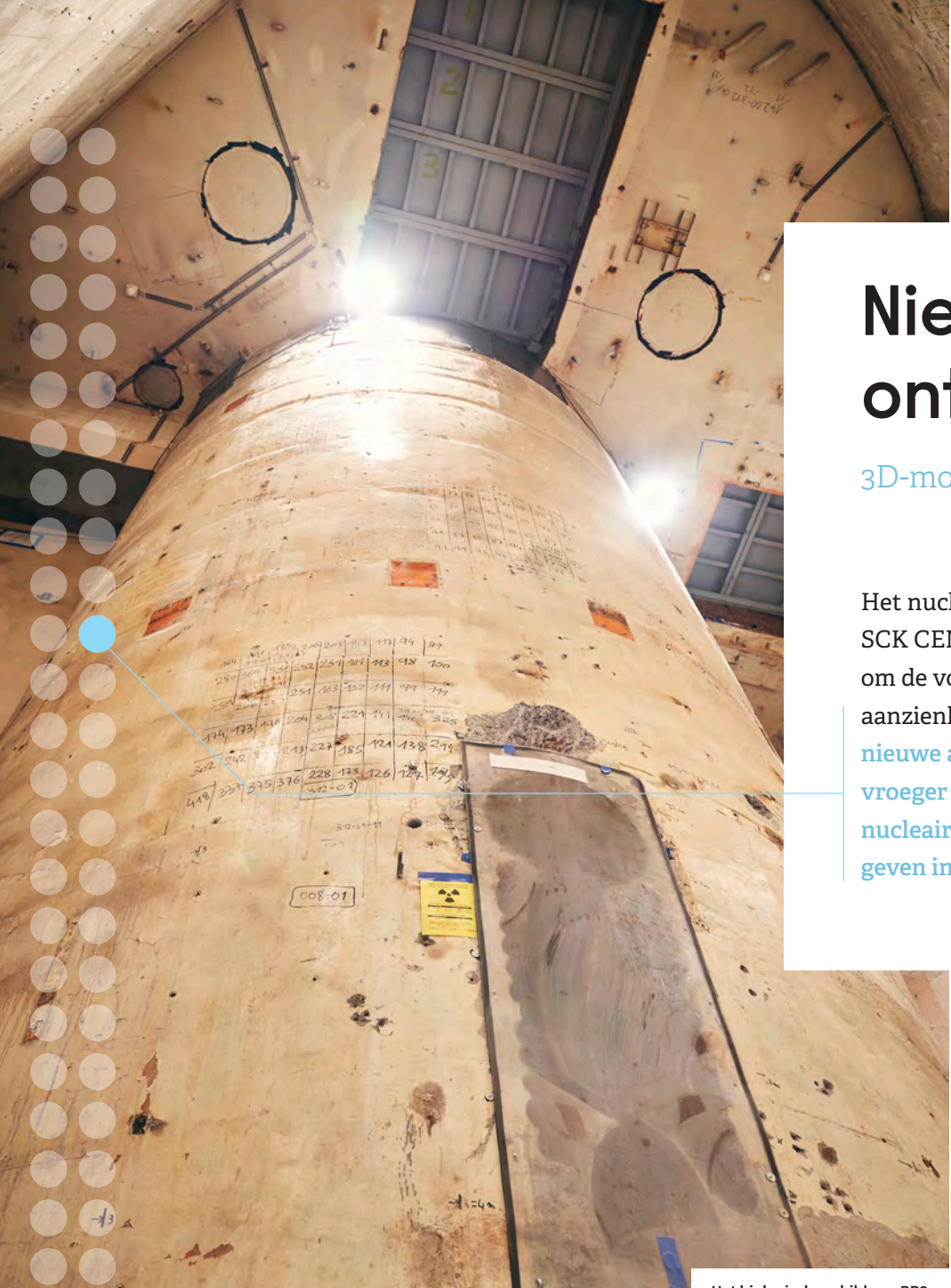
## Wetenschap-technologie-maatschappij: een boeiende driehoek

Wij, wetenschappers, duiken allereerst in eerdere studies om de brede context te vatten; beoordelen ze met een kritisch oog en formuleren doelstellingen om lacunes te dichten. We gaan in dialoog met vakgenoten, ook tijdens de uitvoering en analyse. Om de effectiviteit van het onderzoek te vergroten, is het aan te raden om experts uit andere domeinen te betrekken. Zij werpen een ander licht op de zaak en verrijken de inzichten. Het betrekken van humane en sociale wetenschappers die de maatschappelijke noden en het menselijke gedrag kunnen helpen begrijpen, is daar een schoolvoorbeeld van.

Hildegard Vandenhove

Milieu, Gezondheid en Veiligheid





Het biologische schild van BR3

# Nieuwe aanpak stroomlijnt ontmantelingsproces

3D-model brengt radioactiviteit nauwkeuriger in kaart

Het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN ontwikkelde een 3D-model om de voetafdruk van een ontmanteling aanzienlijk te verkleinen. Door die nieuwe aanpak kan het – meer dan vroeger – gebruikt beton van een nucleaire installatie een tweede leven geven in de bouwsector.

Elk reactorbad van een drukwaterreactor is omgeven door gewapend beton. Die betonnen wand – het zogenaamde biologische schild – dient om straling tegen te houden. “Bij de ontmanteling van commerciële kerncentrales vormt het biologische schild het grootste gedeelte van het kortlevende en laag- en middelradioactief afval”, verklaart Sven Boden, ontmantelingsexpert bij SCK CEN. Het schild van de ontmantelde drukwaterreactor BR3 is 15 meter hoog en heeft een dikte van 1,20 meter. Dat is goed voor 2200 ton aan gewapend beton – oftewel het laadvermogen van 100 vrachtwagens. “Het is niet de bedoeling dat we 100 vrachtwagens aan beton als afval naar de voorziene, ingerichte stortplaatsen zullen afvoeren. Bij elk ontmantelingsproject geldt namelijk de gouden regel: herleid de hoeveelheid radioactief en klassiek afval op een kostenefficiënte manier tot een minimum.”

Om daarin te slagen, moet het beton er in lagen worden afgeschraapt, gepikeerd of gezaagd. Elke laag krijgt een andere bestemming. Het beton dat na de nodige metingen wordt vrijgegeven, vindt zijn weg weer in de maatschappij. Het wordt onder andere gerecycleerd in de bouwsector. De andere betonlagen vertrekken naar een stortplaats categorie 1, waar gevaarlijke afvalstoffen als asbest worden gedeponeerd. Dit project dat zoveel mogelijk beton een tweede leven wil geven, stimuleert een circulaire economie.

Dan stelt zich de vraag: op welke diepte zijn de waarden voldoende laag om het beton te kunnen vrijgeven? Hoe bepaal je hoeveel centimeter je moet verwijderen? Door het beton na elke laag opnieuw te meten? Dat monnikenwerk kan efficiënter en vlotter, dacht het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN. Het ontwikkelde een 3D-model dat de radioactieve waarden in het biologische schild tot op de decimeter in kaart bracht. “Dat model houdt rekening met verschillende parameters, waaronder de afstand tot de voormalige reactorkern en de diepte in de beton. Hoe dichterbij de kern, hoe meer het beton aan straling werd blootgesteld en dus hoe dikker de laag die verwijderd moet worden”, illustreert Bart Rogiers, data scientist bij SCK CEN en de drijvende kracht achter het 3D-model.

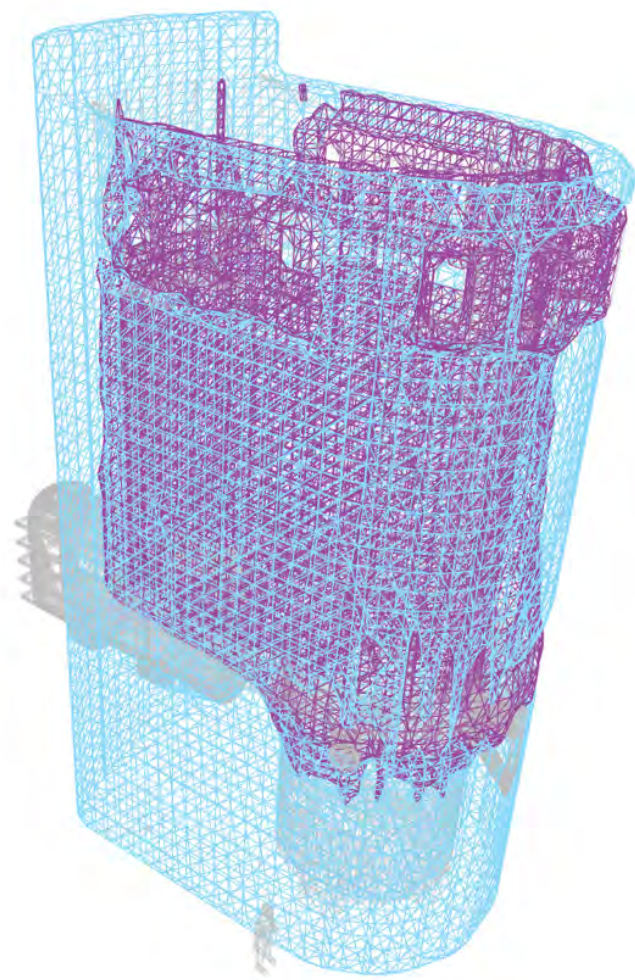
## Historische data en nieuwe metingen

Een rekenmodel is echter maar zo sterk als beton, als het door voldoende correcte data gevoed wordt. Het nucleaire onderzoekscentrum heeft tijd noch moeite gespaard om die input op punt te stellen. “Het allereerste 3D-model dat we gesimuleerd hebben, deden we op basis van historische gegevens. Vervolgens hebben we de bestaande gegevens aangevuld door nieuwe metingen uit te voeren: enerzijds ter plaatse en anderzijds in een laboratorium”, licht Bart Rogiers toe. Met de metingen die ter plaatse werden uitgevoerd – meer dan 400 in totaal – bracht het onderzoekscentrum de volledige wand in kaart. Voor de analyses die in het laboratorium plaatsvonden, werden 30 boorkernen met een kroonboor uit het biologische schild gehaald, waarvan meer dan 200 stalen geanalyseerd werden. “We namen ook extra stalen in specifieke zones, zoals zones waar we de hoogste of net laagste radioactiviteitswaarden verwachtten. Dat vertelt ons veel over de extremen.”

SCK CEN hield rekening met meet- en modelonzekerheden. “Voor de metingen die we ter plaatse deden, hebben we verschillende types detectoren en meetploegen van meerdere Europese onderzoekscentra ingezet om dezelfde locaties te meten. Sommige staalnames hebben we dan weer naar verschillende Europese laboratoria gestuurd en we voegden er ook blanco stalen – m.a.w. stalen zonder radioactiviteit – aan toe. Zo konden we alle meetresultaten vergelijken en meetonzekerheden zoveel mogelijk in kaart brengen. Door die en andere onzekerheden nauwgezet te analyseren, zijn de resultaten veel betrouwbaarder”, verheldert Bart Rogiers.







**“Het 3D-model koppelt veiligheid voor mens en milieu aan economische haalbaarheid.”**

Sven Boden

### Ontmangelingsstrategie

Op basis van dat 3D-model heeft SCK CEN zijn ontmantelingsstrategie verder uitgestippeld. De scheidingswerken starten in 2021. “Dankzij dit model kunnen we de hoeveelheid afval dat niet gerecycleerd kan worden en dus naar een stortplaats categorie 1 afgevoerd moet worden, sterk verminderen. Bovendien zorgen we ervoor dat er geen afval in de oppervlaktebergingsite voor radioactief afval terecht komt. We belasten onze volgende generaties dus minder. En dat met een minimale kost voor metingen en toch een maximale zekerheid over de verdeling van radioactiviteit in de wand. Het 3D-model koppelt veiligheid voor mens en milieu aan economische haalbaarheid”, vertelt Sven Boden enthousiast. Het pilotproject bewijst net om die reden ook zijn nut voor de toekomstige ontmanteling van kernreactoren in binnen- en buitenland. Het implementeren van dergelijke nieuwe aanpak kadert in het Europese onderzoeksproject ‘INSIDER’.

- Volume dat gerecycleerd kan worden
- Volume dat afgevoerd moet worden

### Publiek-publiek samenwerkingsovereenkomst met NIRAS

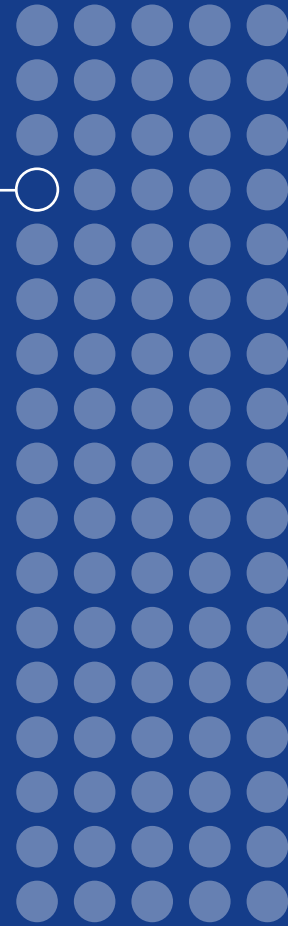
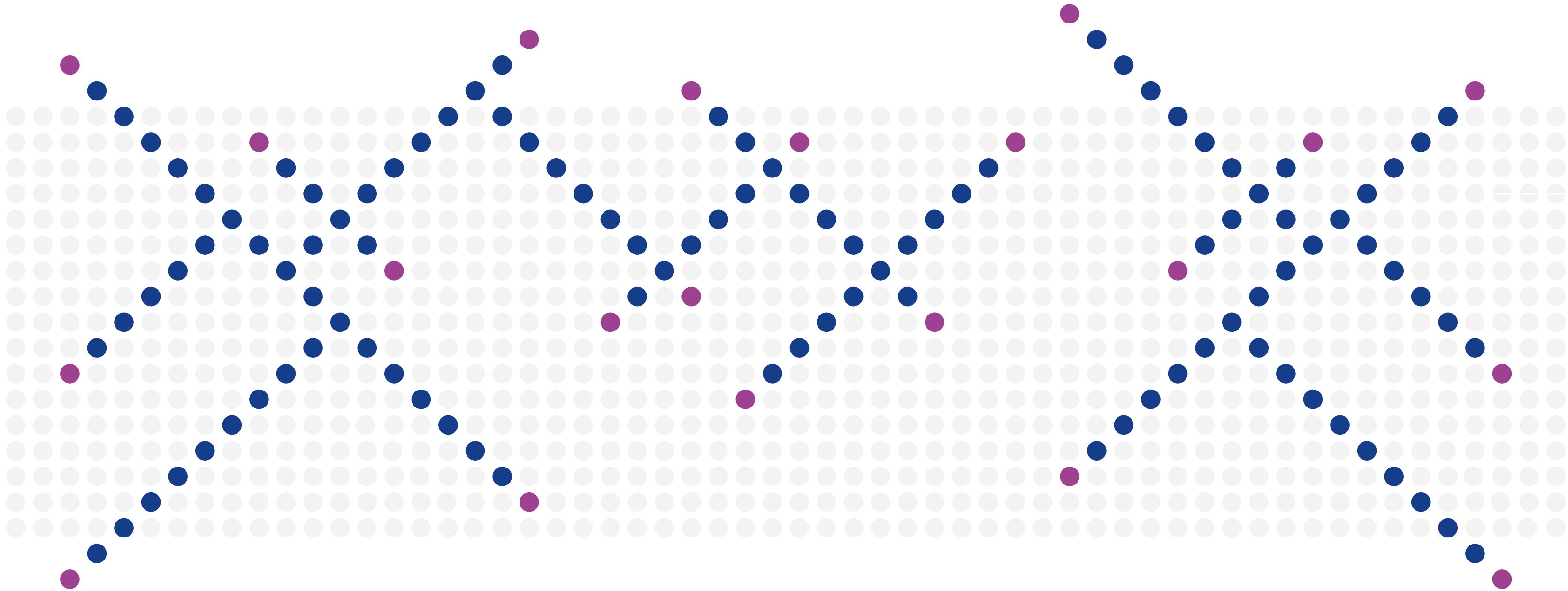
Dit onderzoek sluit naadloos aan bij de publiek-publieke samenwerkingsovereenkomst, die SCK CEN en NIRAS ondertekenden. Beide partners engageren zich om de komende 25 jaar te blijven samenwerken voor onderzoek. Het onderzoek zal zich concentreren op de oppervlakteberging en geologische berging van het radioactieve afval. Daarbij hoort de karakterisatie van het afval – meer bepaald de ontwikkeling van technieken om afval aan extra analyses te onderwerpen, alvorens het naar de bergingsinstallatie gaat.



**“Door onzekerheden nauwgezet te analyseren, zijn de resultaten veel betrouwbaarder.”**

Bart Rogiers

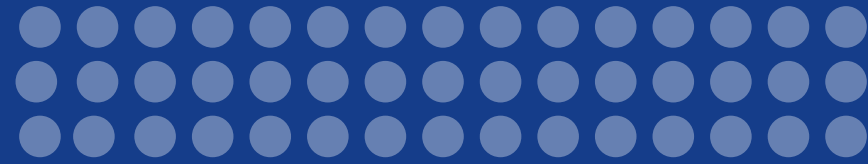




technologie

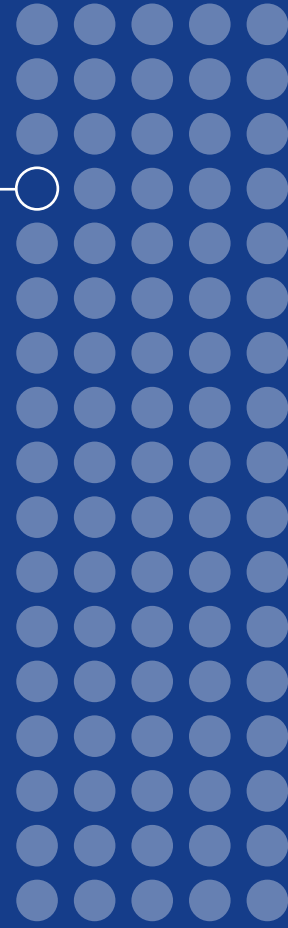
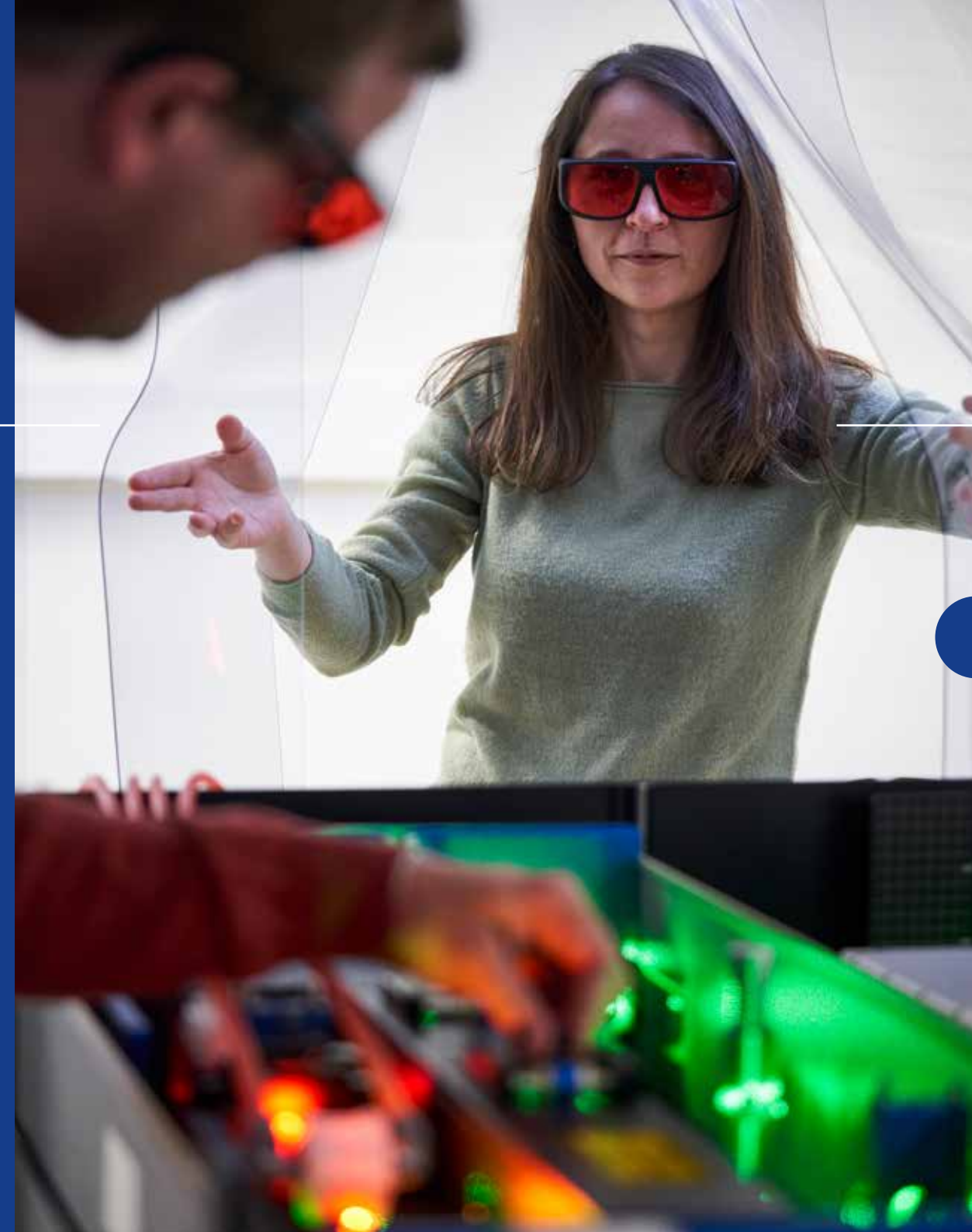






# Patronen doorbreken door

nieuwe technologieën te introduceren. Die technologieën zitten op dit moment nog in de ontwerp- of bouwfase. Eenmaal *up and running*, zullen ze een wereld van verschil betekenen. In de strijd tegen kanker, in het beheer van kernafval, enz.



technologie



# MYRRHA-team viert mijlpaal na mijlpaal

MYRRHA-protonen werden met succes versneld

Vanaf 2027 zal SCK CEN een cruciale bijdrage leveren in de ontwikkeling en productie van een nieuwe generatie medische radio-isotopen. Dat doet het nucleaire onderzoekscentrum door zogenaamde 'trefschijven' met protonen in plaats van neutronen te bombarderen. De deeltjesversneller van MYRRHA die de protonen zal afvuren, is momenteel in aanbouw. De bouw ervan bereikte vorig jaar de ene mijlpaal na de andere.

In 2019 verschenen er pretlichten in de ogen van SCK CEN-wetenschappers, toen de allereerste protonen moeiteloos uit de ionenbron rolden. "De ionenbron is de eerste schakel in MYRRHA's deeltjesversneller [zie kadertekst], vanwaar de protonen vertrekken", kadert Dirk Vandeplassche, fysicus bij SCK CEN en specialist in deeltjesversnellers. In 2020, amper één jaar later, mogen diezelfde wetenschappers opnieuw gretig in de handen klappen. En niet één, maar twee keer.

Vorige zomer zijn ze erin geslaagd om voor het eerst een protonenbundel te versnellen in de *Radio Frequency Quadrupole* (RFQ). "Eenmaal de protonen de ionenbron hebben verlaten, worden ze in de RFQ gestuurd. Dat onderdeel versnelt ze om op het einde van de rit een geschikte protonenbundel af te leveren. De energie van die bundel wordt vervolgens verhoogd door een aaneenschakeling van caviteiten die de protonen telkens een versnellende duw geven, en magneten die ze in de juiste baan houden", verduidelijkt Dirk Vandeplassche. De zomertest beperkte zich tot korte pulsen aan een klein vermogen, maar toonde al aan dat het systeem feilloos werkt.



In het najaar gingen de wetenschappers beduidend een stap verder door de *Radio Frequency Quadrupole* ettelijke uren op de proef te stellen. Kan de RFQ een protonenbundel afleveren aan de exacte vereisten om de deeltjesversneller van MYRRHA aan te drijven? "Met glans zelfs! Met een vermogen van 100% en zonder enige onderbreking gedurende uren legden we de nominale protonenbundel zwart op wit vast", glundert Vandeplassche. Dat is groot nieuws, want het volledige lage-energiegedeelte – gaande van de ionenbron tot de RFQ – bepaalt grotendeels de betrouwbaarheid van de versneller. Die betrouwbaarheid is van belang om de beoogde toepassingen in MYRRHA te realiseren.

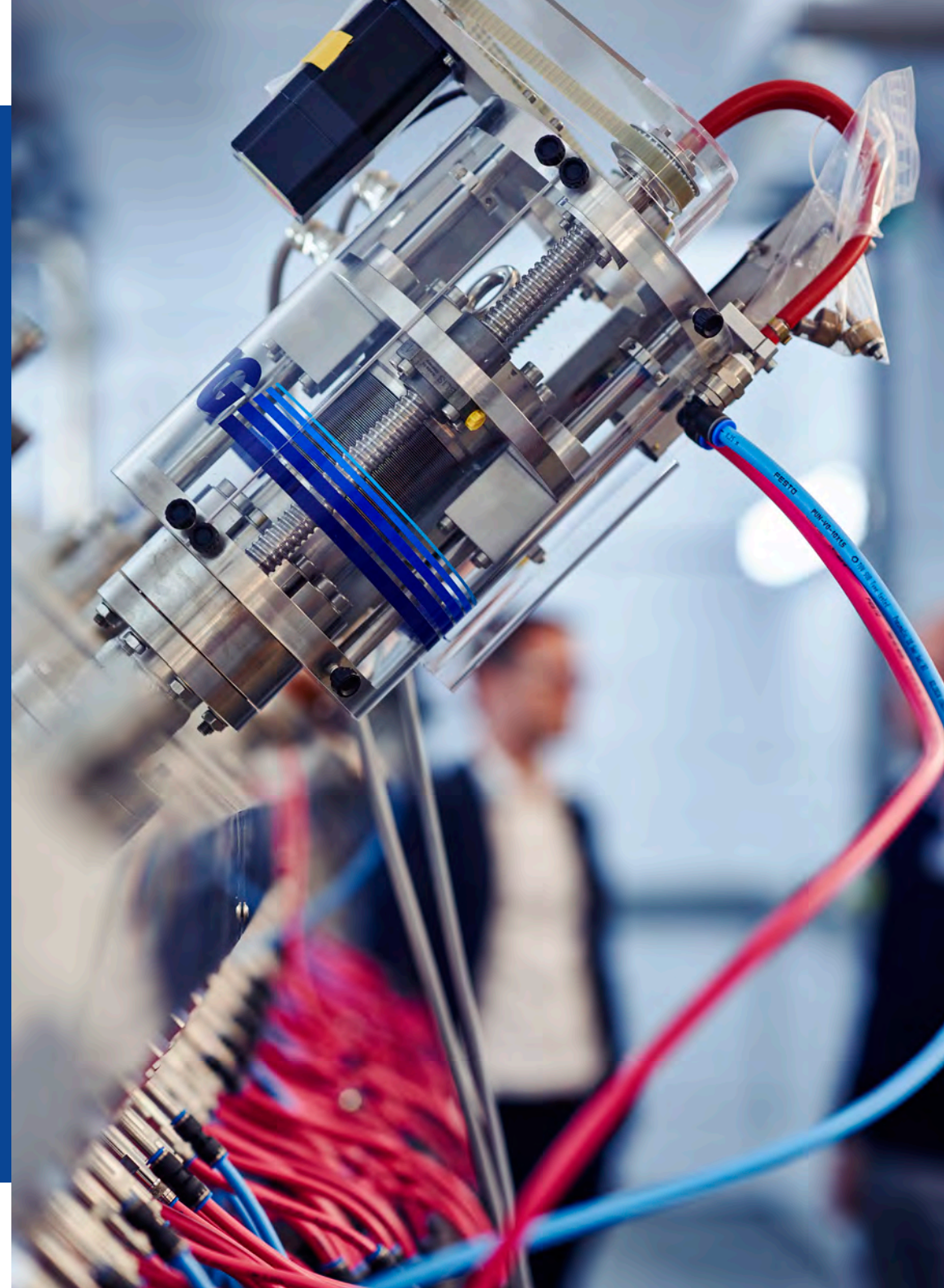
## Gebundelde krachten

De wetenschappers hebben zes jaar lang naar dit moment geleefd. "Deze mijlpaal waar we 6 jaar lang naartoe gewerkt hebben, is het resultaat van internationale samenwerkingen," aldus Hamid Ait Abderrahim, directeur van MYRRHA en adjunct-directeur-generaal van SCK CEN. Het Duitse Instituut voor Toegepaste Fysica (IAP) van de universiteit van Frankfurt hielp de RFQ ontwerpen, terwijl het Duitse ingenieursbedrijf NTG hem mee bouwde. De krachtige RF-versterkers die het juiste vermogen voor de versnelling leveren, komen dan weer van het Belgische bedrijf IBA. Het Franse Nationaal Instituut voor Kern- en Deeltjesfysica (IN2P3) – een afdeling van het Nationaal Centrum voor Wetenschappelijk Onderzoek (CNRS) – verzorgde de verbinding tussen de ionenbron enerzijds en de RFQ anderzijds, en de RF-regeling op laag niveau. "De assemblage in volle kracht aan het werk zien, maakt ons fier. En het doet ons vooral watertanden naar meer", besluit Vandeplassche. Met meer doelt hij op de uitgebreide metingen van de karakteristieken van de protonenbundel, de uitdagende betrouwbaarheidstesten en de experimenten met de CH-caviteiten.



### MYRRHA: drie bouwfases

SCK CEN werkt momenteel intensief aan de bouw van MYRRHA, 's werelds eerste door een deeltjesversneller aangedreven onderzoeksreactor. MYRRHA opent de weg naar ontelbare veelbelovende technologieën en toepassingen, bijvoorbeeld om het beheer van nucleair afval te optimaliseren en nieuwe medische radio-isotopen te produceren. De bouw van MYRRHA verloopt in verschillende fasen. In fase 1 bouwt SCK CEN MINERVA, de deeltjesversneller met een energie tot 100 megaelektronvolt (MeV). In een volgende fase zal het onderzoekscentrum het energieniveau tot 600 MeV optrekken. Die energie is nodig om alle geplande activiteiten, en dan voornamelijk de demonstratie van transmutatie van nucleair afval, in de MYRRHA-onderzoeksreactor te kunnen uitvoeren. De eigenlijke subkritische onderzoeksreactor zal in de derde en laatste fase gebouwd worden, die fase loopt tot 2036.



### Een uitgewerkt projectplan verbindt mensen

Om een ambitieus doel te bereiken, zijn veel handen nodig. Ieder van ons heeft zijn expertise en ideeën, maar ook de gedrevenheid om zich met anderen tot één succesvol team te organiseren. Een uitgewerkt projectplan brengt daarbij duidelijkheid. Het schept vertrouwen in de strategie die we volgen, en de bijdrage die elk van ons daarin kan leveren. Bovendien stelt het ons in staat om mijlpalen af te vinken, de projectvoortgang op te volgen en daaruit lessen te trekken.

**Adrian Fabich**

*MINERVA Design and Build*

**Met een vermogen van 100% en zonder enige onderbreking gedurende uren legden we de nominale protonenbundel zwart op wit vast.**

Dirk Vandeplassche





# SCK CEN ontkleedt atomen

Laserlicht knikkert elektronen uit atoomkern om specifieke radio-isotopen te isoleren

In amper één jaar rondde SCK CEN de bouw van een indrukwekkende laserinstallatie af. Het brengt het nucleaire onderzoekscentrum alweer een stap dichterbij zijn doel: **de ontwikkeling en productie van een nieuwe generatie medische radio-isotopen.** “Die lasers stellen ons in staat om specifieke, levensnoodzakelijke radio-isotopen te isoleren”, aldus Lucia Popescu, een van de drijvende krachten achter dit project.

Met het MYRRHA-project wil het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN een reeks aan maatschappelijke uitdagingen tackelen. Een van de ambities die SCK CEN wil waarmaken, is de ontwikkeling en productie van radio-isotopen voor medische toepassingen en fundamenteel onderzoek. Om die radio-isotopen te verkrijgen, bombardeert SCK CEN zogenaamde ‘trefschijven’ met protonen. De trefschijven staan gestapeld in ISOL@MYRRHA’s *target container* – een koker met een diameter van ca. vier centimeter. Zodra een protonenbundel met een energieniveau van 100 MeV door de trefschijven schiet, vormen de radio-isotopen zich en verdampen ze. Ze beginnen rond te zwerven en botsen overal tegenaan, totdat ze de uitgang van de target container vinden. Die uitgang is tevens de ingang van een dunne transferbuis. Die buis brengt de radio-isotopen naar het volgende gedeelte van de ISOL-installatie. “Natuurlijk berust het niet op toeval welke radio-isotopen verder reizen. Wij selecteren ze zorgvuldig. Enkel die radio-isotopen die wij voor ogen hebben, worden verder doorheen de installatie begeleid”, aldus Lucia Popescu, ingenieur bij SCK CEN.

De selectie wordt verzorgd door laserlicht, dat door een spel aan spiegels in de transferbuis schijnt. De onderzoekers maken gebruik van twee lasertypes. “Kleurstoflasers en pomplasers”, preciseert collega-ingenieur Kim Rijpstra. De lasers zetten een trapsgewijze ionisatie in gang. “Elektronen draaien op energieschillen rond een atoomkern. De kleurstoflasers laten een elektron verspringen van één schil naar een andere, die verder van de kern ligt. Eens ver genoeg, katapulteert een laatste laserstraal het versprongen elektron uit het atoom. Door het atoom van zijn elektronen te ontkleden, krijgt het een positieve lading. Het atoom geraakt geïoniseerd en kan dan versneld en nauwkeurig gestuurd worden.”



## Vingerafdruk van een atoom

Net als elk persoon een unieke vingerafdruk heeft, heeft elk chemisch element in het periodieke systeem zijn eigen elektronenconfiguratie. Bij elk chemisch element liggen de schillen anders en zijn de elektronen anders verdeeld over verschillende schillen. “Hoe dieper in het atoom, hoe meer energie er nodig is om een elektron volledig te laten wegspringen. Door de kleur van de kleurstoflasers aan te passen, leggen we vast welke sprongen er zullen plaatsvinden. Op die manier richten we onze pijlen op specifieke elektronen en kiezen we welke concrete atomen we aanmoedigen om verder te reizen”, legt Kim Rijpstra uit. Vervolgens worden de geïoniseerde atomen in een elektrisch veld versneld en door een magnetisch veld gescheiden op basis van massa. Op het einde van de rit worden de geselecteerde isotopen verzameld.

## Laserinstallatie

Sinds eind 2020 staat de laserinstallatie die de radio-isotopen in de toekomst zal triëren, op het technische domein van SCK CEN te pronken. Voor het ontwerp ervan heeft SCK CEN nauw samengewerkt met KU Leuven, een van de Belgische universiteiten. Eenmaal het ontwerp op punt stond, werden de onderdelen besteld. “Toen ze begin 2020 geleverd werden, stroopten we meteen onze mouwen op en gingen aan de slag. Na één jaar hard werken stond de installatie er. Die realisatie betekent alweer een stap dichterbij ons doel”, klinkt het trots. Dat doel is 2027. Vanaf dan wil het onderzoekscentrum met de ontwikkeling en de productie van een nieuwe generatie radio-isotopen van start gaan. Al moet het daarvoor eerst nog andere mijlpalen afvinken, met als eerste de koppeling van de laserinstallatie aan de ISOL@MYRRHA-installatie.





Die lasers stellen ons in staat om specifieke, levensnoodzakelijke radio-isotopen te isoleren.

Lucia Popescu

### ISOL@MYRRHA: het kloppende hart voor de isotopenproductie

De ISOL-installatie (*Isotope Separation On-Line*) is het kloppende hart van de *Proton Target Facility* (PTF), waar de radio-isotopen ontstaan. Die radio-isotopen worden ingezet voor medische doeleinden of voor fundamenteel en toegepast onderzoek in fysica en materiaalonderzoek. Het unieke aan deze installatie is de intensiteit van de protonenbundel. Die protonenbundel is 100 keer intenser dan in andere, Europese installaties. Dat maakt dat het nucleaire onderzoekscentrum SCK CEN binnen zijn spectrum meer isotopen kan produceren.

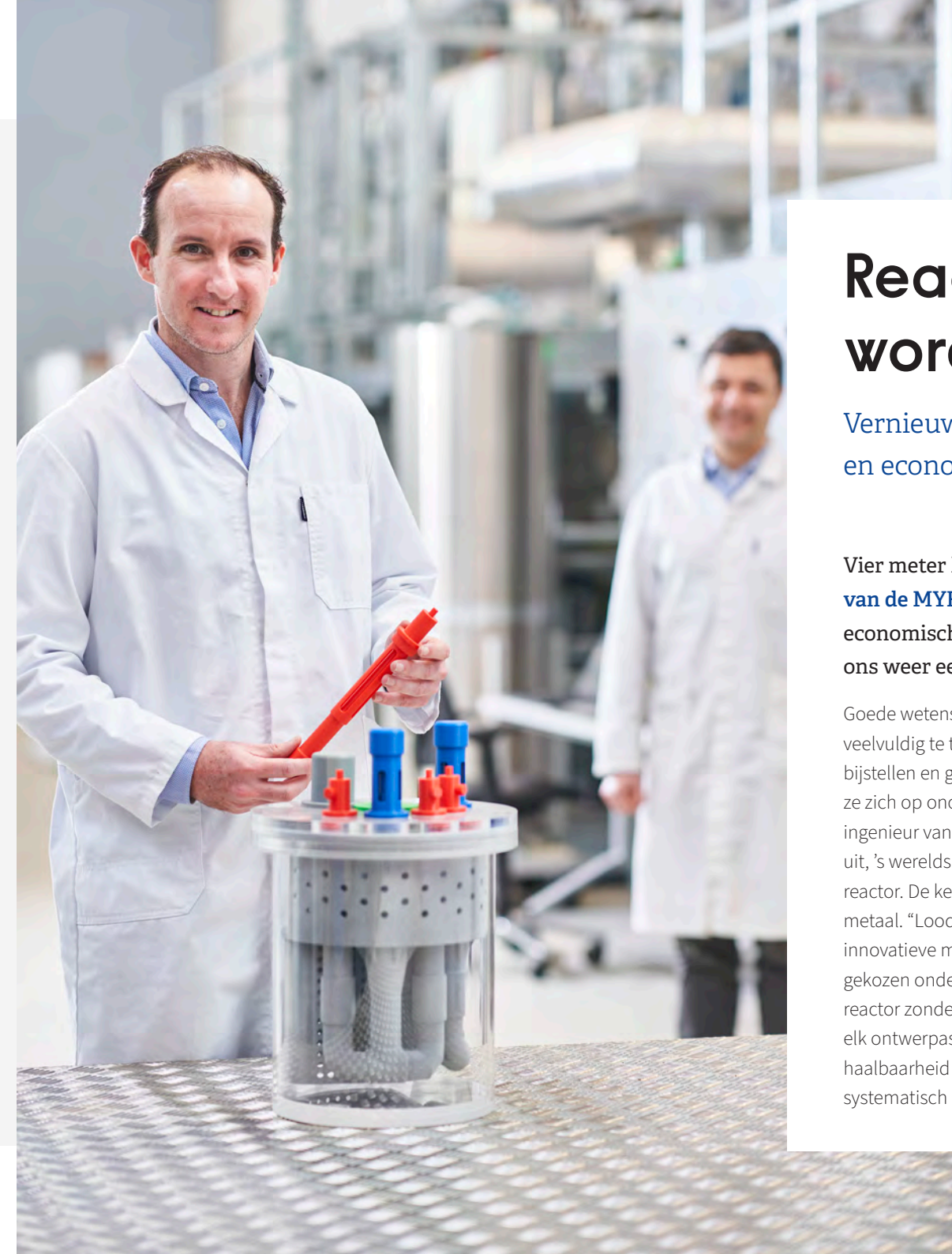


### Met elementaire deeltjes een wezenlijk verschil maken

Al eeuwen tracht de mens de complexiteit van de wereld te ontrafelen. Wetenschap is daarbij het werktuig dat inzichten helpt verschaffen en orde helpt scheppen in de ogenschijnlijke chaos. Fundamentele wetenschap vormt de motor voor het opbouwen van kennis en het ontwikkelen van nieuwe oplossingen voor toepassingen met maatschappelijke relevantie. Het enthousiasme en de voortdurende verwondering van onze medewerkers zorgen voor de nodige impulsen om vorderingen te kunnen blijven maken.

Marc Schyns

*Geavanceerde Nucleaire Systemen*



## Reactorvat MYRRHA wordt slanker

Vernieuwd ontwerp combineert veiligheid en economische haalbaarheid

Vier meter korter en twee meter smaller. **Het vernieuwde ontwerp van de MYRRHA-onderzoeksreactor** is niet alleen kleiner, maar ook economisch gunstiger en aanzienlijk veiliger. “Deze revisie brengt ons weer een stap dichterbij de realisatie van MYRRHA”, klinkt het.

Goede wetenschap vraagt tijd: tijd om na te denken, ideeën te laten rijpen en veelvuldig te testen. Soms moeten wetenschappers en ingenieurs hun concept bijstellen en gedane kwalificatietesten hernemen. Dat geldt des te meer, wanneer ze zich op onontgonnen terrein begeven. Dat weet ook Rafaël Fernandez. De ingenieur van SCK CEN tekent samen met zijn team het ontwerp van MYRRHA uit, 's werelds eerste door een deeltjesversneller aangedreven onderzoeksreactor. De kern zal niet gekoeld worden met water, maar met een vloeibaar metaal. “Lood-bismut”, preciseert Fernandez. “Een innovatieve installatie vraagt innovatieve materialen. We moeten zeker zijn dat elk gebruikt materiaal of elk gekozen onderdeel in ons reactorontwerp de omstandigheden in de onderzoeksreactor zonder problemen aankan. We hebben een uitgebreid R&D-programma om elk ontwerpaspect in de praktijk te toetsen: gaande van veiligheid tot economische haalbaarheid en zelfs logistiek. Met die kennis stellen we ons ontwerp systematisch bij.”



Vorig jaar werkten de ingenieurs revisie 1.8 af. Dat ontwerp biedt een antwoord op alle veiligheidseisen en verbeterpunten, die het onderzoeksprogramma bij revisie 1.6 signaleerde. “Het komende jaar moet uitsluitend brengen of het finale ontwerp nu op tafel ligt. We zullen namelijk de nieuwe onderdelen aan uitgebreide testen onderwerpen, vertelt collega-ingenieur Graham Kennedy. Een finaal ontwerp is dus in zicht.

### Verregaande verbetering

Welke wijzigingen hebben de onderzoekers eigenlijk doorgevoerd? “Eerst en vooral hebben we het reactorvat slanker gemaakt. In hoogte kromp het met circa vier meter, in diameter slonk het met bijna twee meter. Die wijziging was nodig om het reactorvat in zijn geheel van de fabrikant naar SCK CEN te kunnen transporteren”, aldus ingenieur Graham Kennedy. “Er is 200 kubieke meter minder lood-bismut nodig om het reactorvat te vullen, wat het economisch gunstiger maakt.”

De uitdaging bestond erin om die verkleining met de veiligheidseisen te laten rijmen. De ingenieurs moesten in een kleiner reactorvat grotere warmtewisselaars kwijt om een minder efficiënt warmteoverdrachtsproces te compenseren. Rafaël Fernandez legt uit: “Het lood-bismut geeft zijn warmte af aan het water dat door de buizen van de warmtewisselaars stroomt. In dit ontwerp kregen die buizen een dubbele wand. Die dubbele wand is een extra veiligheidsmechanisme, dat we hebben ingebouwd. Hij moet voorkomen dat bij een eventuele breuk het water en lood-bismut mengen en door die reactie bepaalde radioactieve producten verdampen. Een dubbele wand vermindert warmte-overdracht. Dat is net de reden waarom we in huizen ramen met dubbelglas plaatsen, maar in de MYRRHA-onderzoeksreactor willen we net koelen in plaats van warmte vasthouden.”

“Door het ontwerp te veranderen, verbeterden we de veiligheid aanzienlijk en konden we de kosten reduceren.”

Rafaël Fernandez

### Veiligheid

De ingenieurs slaagden erin de ingewikkelde puzzel te leggen. “De inbreng van collega’s die elk een andere achtergrond hebben en met een andere bril het gegeven bekeken, maakt dat we erin geslaagd zijn. Meer nog, we hebben het beste van twee werelden kunnen combineren. Door het ontwerp te veranderen, verbeterden we de veiligheid aanzienlijk en konden we de kosten reduceren. En soms hebben we oude concepten moeten lossen. Zo zijn we van twee brandstofbehandelingsmachines naar één gegaan, en hebben we thermische spanningen kunnen verkleinen door het diafragma-ontwerp aan te passen. Het diafragma is een tussenwand die het relatief koude lood-bismut onder hoge druk van het warme koelmiddel onder lage druk scheidt.” In een volgende stap zullen de ingenieurs het ontwerp van het reactorvat aan de secundaire systemen en hulpsystemen koppelen.



### Klimmen naar het hoogste niveau

Het beste uitzicht komt na de zwaarste klim. Die uitspraak die elke bergbeklimmer bekend in de oren klinkt, geldt ook voor ambitieuze projecten als MYRRHA. Dergelijke innovatieve installaties vragen in de ontwikkelingsfase een uitgebreider R&D-programma, maar geven oprecht een positief vooruitzicht. Meer nog: zij zijn de sleutel voor maatschappelijke uitdagingen. Mijn felicitaties aan het team dat die unieke ‘sleutel’ ontwerpt en de bouw van MYRRHA realiseert.

#### Hamid Aït Abderrahim

Adjunct-directeur-generaal en directeur van MYRRHA





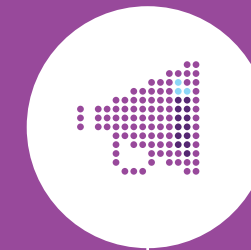
# Online leren neemt vlucht

Helft van SCK CEN Academy's opleidingen vond online plaats

Wereldwijd kleeft het coronavirus vliegtuigen aan de tarmac, hield het kantoorwerkers aan een thuisbureau gekluisterd en stuurde het evenementen- en opleidingskalenders grondig in de war. Klassikaal geplande opleidingen konden niet langer doorgaan. Het virus slaagde er evenwel niet in om de leerhonger te stillen. In 2020 nam online leren een ongekende vlucht. Op korte termijn schoten initiatieven voor leren op afstand als paddenstoelen uit de grond. Ook SCK CEN Academy schakelde een (online) versnelling hoger om nucleaire kennis up-to-date te houden of uit te breiden. "We hadden een traject lopende om een online leeraanbod uit te rollen. De coronacrisis heeft er vaart achter gezet", aldus Michèle Coeck, directeur van de SCK CEN Academy. De SCK CEN Academy stak op korte tijd twintig geplande face-to-face trainingssessies in een online jasje, die meteen op veel bijval konden rekenen. Daarbij kwam heel wat kijken. "Online lesgeven vergt niet alleen het gebruik van andere tools, maar ook een andere didactiek. Bij online opleidingen daalt de concentratie van de deelnemers sneller en interactie creëren vormt een geduchte uitdaging. Lesgevers moeten op dat alles anticiperen. **Concreet betekent dat gebruikelijke routines laten varen en nieuwe methoden aanleren.** Het voorbije jaar was een uitstekende praktische leerschool, maar het onderwerp heeft in het onderwijsveld intussen een belangrijke plaats op de agenda veroverd. Wij schenken er – samen vakgenoten en belanghebbenden – uitgebreid aandacht aan, onder andere tijdens de ETRAP-conferentie (*International Conference on Education and Training in Radiation Protection*) in maart 2021", verduidelijkt Michèle Coeck.

## Zorgvuldige online begeleiding

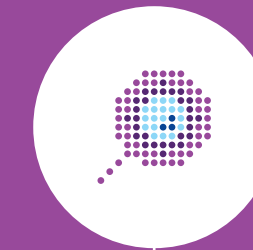
SCK CEN Academy bewoog dus hemel en aarde, opdat cursisten noodzakelijke trainingen konden volgen. "We wilden onze cursisten onder geen beding in de kou laten staan. Hetzelfde geldt ook voor alle bachelor-, master- en doctoraatsstudenten, die hun thesis bij ons schrijven of hier stage lopen. Zij konden rekenen op eenzelfde zorgvuldige begeleiding, maar dan online", besluit Michèle Coeck.



65

Behaalde thesen

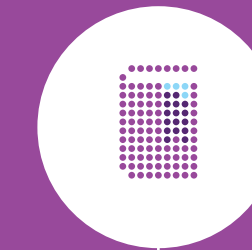
2 Secundair  
16 Bachelor  
32 Master (+ BNEN)  
15 PhD



84

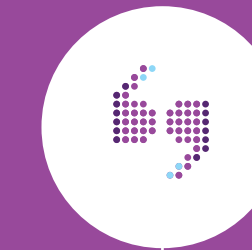
Doctoraatsstudenten

29% uit België  
71% uit het buitenland



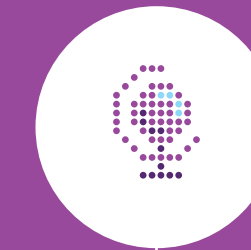
24

Doctoraatsstudenten geselecteerd in 2020



503

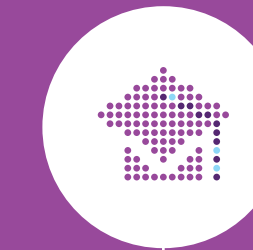
Wetenschappelijke publicaties en presentaties



35

Stages

in België en in het buitenland



37

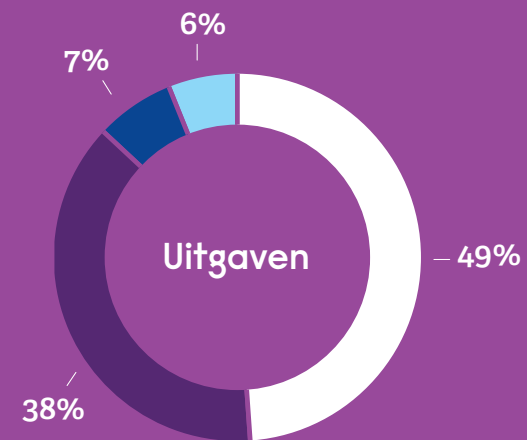
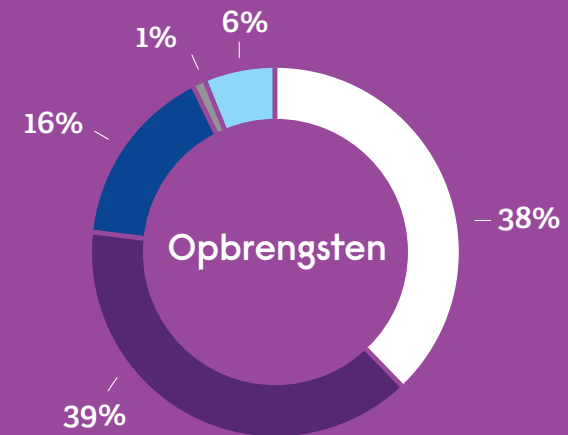
Opleidingen

met 930 deelnemers  
49% opleidingen online



# Kerncijfers

## Uitvoering van de begroting



## Evolutie van de begroting

### Opbrengsten (in kEUR)



### Uitgaven (in kEUR)

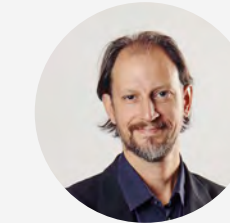
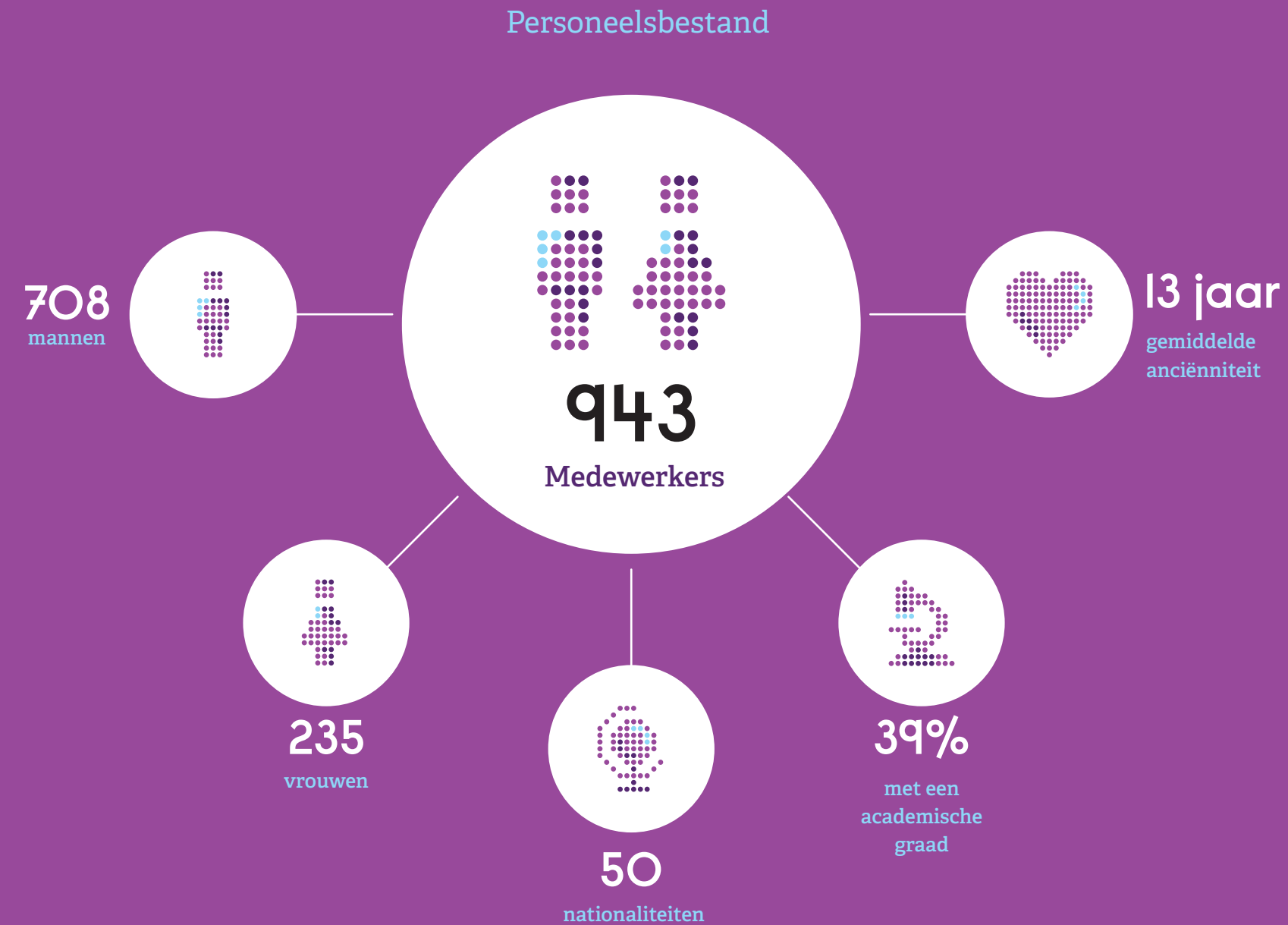


## Actief in 65 landen

(aangeduid in het wit)







**Grip op de financiële situatie houden om toekomst te verzekeren**

De eerste stap om de financiën in balans te houden, is een analyse van alle inkomsten en uitgaven. Vorig jaar hernamen we die eerste stap meerdere keren: we gingen letterlijk en figuurlijk met een luizenkam door onze budgetten. Ze bevatten geen luxe, maar laten wel toe om de kerntaken kwalitatief uit te voeren. Als we de door onszelf opgelegde financiële doelstellingen en beperkingen blijven volgen, kunnen we de pendel in de positieve richting laten doorslaan. Zo verzekeren we een zekere toekomst.

**Peter Baeten**  
Adjunct-directeur-generaal



### **SCK CEN**

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

### **Laboratoria**

Boeretang 200  
BE-2400 MOL

### **Maatschappelijke zetel**

Herrmann-Debrouxlaan 40  
BE-1160 BRUSSEL

### **Verantwoordelijke uitgever**

Eric van Walle  
Directeur-generaal

### **Redactie**

Wendy De Grootte (SCK CEN)

### **Concept en vormgeving**

Left Lane

### **Fotografie**

Roel Dillen  
Klaas De Buysser

### **Drukwerk**

IPM Printing

Copyright © 2021 – SCK CEN

Dit werk is auteursrechtelijk beschermd (2021). Niets in deze publicatie mag worden gereproduceerd en/of gepubliceerd zonder voorafgaandelijke schriftelijke toestemming van SCK CEN.





# sck cen

## 65 jaar ervaring in nucleair onderzoek en nucleaire technologie

SCK CEN behoort tot de grootste onderzoeksinstituten van België. Meer dan 850 medewerkers zetten zich iedere dag in voor de ontwikkeling van vreedzame toepassingen van radioactiviteit. De onderzoeksactiviteiten van SCK CEN focussen zich op **drie grote thema's**.

SCK CEN wordt wereldwijd erkend en deelt zijn kennis door talrijke publicaties en opleidingen, zodat deze pool aan uitzonderlijke competenties behouden wordt.

**Meer info: [www.sckcen.be](http://www.sckcen.be)**

**Veiligheid van  
nucleaire installaties**



**Ontwikkeling van  
nucleaire geneeskunde**



**Bescherming van  
mens en milieu tegen  
ioniserende straling**

