

KERNVISIE MAGAZINE

➤ **PRINSES BEATRIX
OPENT VOG-2**

➤ **STRALING IN
HET RIJKSMUSEUM**

➤ **HULPPLATFORM IN
TOKAMAK-GEBOUW**

**EERSTE PATIËNT-
BEHANDELING IN
DUITSLAND MET
HOLMIUM MICROSFEREN**



COLOFON

KernVisie magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

JAARGANG 12, NUMMER 4, SEPTEMBER 2017

KERNVISIE VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS

OPLAGE 2200 EX

ONTWERP & GRAFISCHE REALISATIE

StudioHusken.nl, Den Helder

BESTUUR STICHTING KERNVISIE

Ir. A.M. Versteegh, voorzitter

Ir. G.H. Boersma, secretaris

Ir. E.W. Schuurung, penningmeester

Drs. J.J. de Jong

Ir. J.C.L. van Cappelle

Prof. Ir. R.W.J. Kouffeld

Ir. G.C. van Uitert

REDACTIE KERNVISIE

Ir. G.H. Boersma

M. Jelgersma (Sherpa en de Fries)

E.S. Jelgersma (Sherpa en de Fries)

Dr. Ir. A. van Heek

I. van Kessel (Irene van Kessel Fotografie)

REDACTIE ADRES

Dokter Bosmanshof 32, 6851 MJ Huissen

Telefoon 026-2130214

E-mail: kernvisie@kernvisie.com

Internet: www.kernvisie.com

Bankrekening NL19 INGB 0006 8513 70,

t.n.v. Kernvisie, Foundation for Nuclear Energy te
Zwijndrecht.

OP DE COVER

Jan Sigger - © Irene van Kessel

Distributie, onder vermelding Stichting Kernvisie, via eigen e-mail systemen en gebruik van de informatie voor lezingen, presentaties, studies, discussies, publicaties, enz. wordt op prijs gesteld en toegejuicht.



Op een stormachtige woensdag in september opende Prinses Beatrix het Verarmd Uranium OpslagGebouw (VOG-2) bij de COVRA. Haar aanwezigheid en betrokkenheid bevestigen hoezeer het werken met radioactieve stoffen onderdeel is van ons dagelijks leven. Of het nou maatschappelijke toepassingen betreft zoals het analyseren van ons cultureel erfgoed – Wie schilderde welk onderdeel van het schutterstuk De Magere Compagnie, Frans Hals of Pieter Codde? - of de productie van splijtstof bij URENCO in Almelo, dan wel de ontwikkeling van nieuwe radio-isotopen voor medische toepassingen. Kerntechnologie is een 'fact of life'. Een relatief nieuwe ontwikkeling op het gebied van radiotherapie is radio-embolisatie, een specifieke vorm van brachytherapie waarbij een radioactieve isotoop via een katheder in het lichaam wordt gebracht om daar straling af te geven én om de haarvaten die een tumor van bloed voorzien te stremmen, zodat een tumor op twee manieren wordt belaagd. Begin dit jaar is in Duitsland de eerste patiënt op vergoede basis behandeld met QuiremSpheres, holmium microsferen die zijn geproduceerd in bij Quirem Medical in Deventer. We schreven al eerder over holmium hier in Kernvisie Magazine. QuiremSpheres wordt gebruikt voor de behandeling van gevorderde levertumoren. Voor Quirem Medical was de eerste commerciële patiëntbehandeling een belangrijke mijlpaal op hun weg naar een wereldwijd verkrijgbaar commercieel product. Zo wordt kerntechnologie, naast een 'fact of life', ook een 'essential fact of health.'

André Versteegh
voorzitter Stichting Kernvisie

Disclaimer: De redactie van Kernvisie Magazine heeft haar uiterste best gedaan om de rechthebbenden van alle foto's in deze uitgave te achterhalen. In enkele gevallen is dat niet gelukt. Mocht u in geval van een omissie of een vergissing menen de rechthebbende van een foto of illustratie te zijn, gelieve contact op te nemen met de Stichting Kernvisie: info@kernvisie.com

INHOUD

MEDISCH

EERSTE PATIËNTBEHANDELING OP VERGOEDE BASIS MET MICROSFEREN

Quirem Medical, een spin-off bedrijf van het universitair Medisch Centrum Utrecht behaalde eerder dit jaar een belangrijke mijlpaal. In het universiteitsziekenhuis van Dresden zijn de eerste patiënten buiten studieverband behandeld met door het bedrijf geproduceerde holmium microsferen.



P04

P12 INBEELD

Sellafield opent 65 jaar oude Pile Fuel Cladding Silo.

P17 COLUMN

Aliki van Heel over Refutations to Antinuclear Memes

P20 STUDIE EIRP TOONT AAN:

GEN-HV kan concurrentie andere energievormen aan

P22 CONSORTIUM PLAATST

'deksel' in Tokamak-gebouw ITER

P23 IN MEMORIAM

Stephen Tindale

ENERGIE

AFBOUW AP1000-REACTOREN VOGTLE-KERNCENTRALE GAAT VOORALSNOG DOOR

Afbouw AP1000-reactoren Vogtle-kerncentrale gaat vooralsnog door. Ondanks het faillissement van kerncentralebouwer Westinghouse gaat de bouw van twee AP1000-reactoren bij Vogtle in Georgia vooralsnog door. Mede-eigenaar energiebedrijf Oglethorpe Power probeert extra federale steun te krijgen om hun aandeel in de kosten te financieren.

P10

MAATSCHAPPIJ

NUCLEAIR ONDERZOEK SCHILDERIEN RIJKSMUSEUM

Nucleaire technologie wordt vaak toegepast voor het uitvoeren van een gedetailleerde analyse van kwetsbare kunst. Veertig deskundigen uit diverse disciplines kwamen in juli in het Rijksmuseum bijeen voor het delen van 'best practices' bij de identificatie van onderzoek en behandeling van schilderijen met ioniserende straling.



P18



© Scherpl Fotografie

P14 VOG-2

PRINSES BEATRIX VERRICHT OFFICIËLE OPENING VOG-2

Prinses Beatrix verrichtte op woensdagmiddag 13 september de officiële opening van het nieuwe VOG-2, het opslaggebouw voor verarmd uranium bij de COVRA, de centrale Organisatie Voor Radioactief Afval. Het VOG-2 is voorzien van een reusachtige zonnepaneel die het belang van tijd in radioactief afvalbeheer aangeeft.

MEDISCH

EERSTE PATIËNT- BEHANDELING IN DUITSLAND MET HOLMIUM MICROSFEREN

Jan Sigger

© Irene van Kessel



✦ Een patiëntdosis QuiremSpheres® bestaat uit ongeveer 30 miljoen microsferen opgelost in 2 ml injectievloeistof. foto: © Quirem Medical

Quirem Medical, een spin-off bedrijf van het Universitair Medisch Centrum Utrecht (UMCU) behaalde eerder dit jaar een belangrijke mijlpaal. In het universiteitsziekenhuis van Dresden zijn namelijk de eerste patiënten buiten studieverband behandeld met door het bedrijf geproduceerde holmium microsferen. De radioactieve holmium microsferen dienen voor de behandeling van vergevorderde leverkanker en worden onder de productnaam QuiremSpheres® op de markt gebracht. De patiëntbehandelingen in Duitsland, die worden uitgevoerd op vergoede basis, tonen aan dat Quirem Medical er in geslaagd is om de - in de kliniek ontwikkelde - holmium microsferen succesvol te commercialiseren.

Een patiëntdosis van QuiremSpheres® bestaat uit vele miljoenen bolletjes met een diameter van dertig micron. De bolletjes worden in bulk geproduceerd in de ISO-gecertificeerde productieomgeving van Quirem Medical in Deventer. Op moment van de bulkproductie bevatten de polymelkzuur microsferen het stabiele isotoop holmium-165. Vervolgens wordt een patiëntdosis van de microsferen afgewogen en geactiveerd in een kernreactor door deze te bombarderen met neutronen. De holmium-165 wordt daarmee omgezet in de instabiele holmium-166. Holmium-166 vervalst vervolgens naar erbium-166 onder uitzending van hoogenergetische bètastraling en een laag-energetische gammafoton.

De microsferen dienen voor de behandeling van levertumoren die niet chirurgisch te behandelen zijn. Door de microsferen direct in de leverslagader te injecteren – eveneens de ader die 99 procent van het tumorweefsel van bloed voorziet – stromen de bolletjes als vanzelf naar de tumoren. Daar komen ze vast te zitten in de haarvaatjes rondom en in de tumor. De bètastraling zorgt vervolgens voor een lokaal therapeutisch effect. Een groot voordeel van de holmium microsferen is dat de uitgezonden primaire gammafotonen goed kunnen worden afgebeeld met SPECT-beeldvorming.

UITBREIDING PRODUCTIECAPACITEIT

“De holmium microsferen zijn in het Universitair Medisch Centrum Utrecht op basis van de reeds beschikbare yttrium microsferen doorontwikkeld vanuit de klinische behoefte om direct ná toediening van de radioactieve microsferen in de lever de juiste verdeling van de microsferen middels beeldvorming te verifiëren”, aldus Jan Sigger, Chief Executive Officer en mede-oprichting van Quirem Medical. “Klinische onderzoeken in het UMCU hebben reeds aangetoond dat de holmium

microsferen goed verdragen worden en effectief zijn voor de behandeling van vergevorderde levertumoren.” Quirem Medical is de afgelopen jaren uitgegroeid van drie naar twintig werknemers. Het succes vertaalt zich in een recente uitbreiding van de kantoren en de productiecapaciteit. Voor Quirem betekent dat in ieder geval een mooie gelegenheid om een feestje te geven. Sigger: “In oktober vindt de officiële opening plaats. Genodigden zoals regiopartijen, de bedrijfspartners, ziekenhuispartners en de burgemeester van Deventer zullen daarbij naar verwachting aanwezig zijn.” De keuze voor Deventer lag voor de hand, omdat Quirem Medical zich daar kon vestigen in de voormalige R&D-locatie van Avantor Performance Materials, een Amerikaanse farmaceutisch bedrijf dat in 2016 zijn Nederlandse productieactiviteiten en R&D-afdeling verplaatste naar het buitenland. “We moesten wel enige aanpassingen treffen, maar in grote lijnen konden we er eigenlijk zo in.” Het mooie van de overname was ook dat een deel van

de medewerkers van het vertrekkende Avantor direct konden overstappen naar Quirem Medical en dat is van belang voor het behoud van hooggekwalificeerde werkgelegenheid in de regio.

DIVA

Sigger benadrukt het belang van medische isotopen in Nederland. “De holmium microsferen komen uitgebreid aan bod in de Medische Brochure van Nucleair Nederland *Medische Isotopen: Belang voor de wereld, kansen voor Nederland* die in maart verscheen en in het onlangs verschenen RIVM-rapport *Productie en gebruik van medische radio-isotopen in Nederland: Huidige situatie en toekomstverkenning over de toepassing van medische isotopen*.” Nederland bevindt zich in een bijzondere positie met een kleine maar zeer complete nucleaire keten waarbinnen zich ook nog eens twee onderzoeksreactoren bevinden: de Hoger Onderwijs Reactor (HOR) van het Reactor Instituut Delft waar de bestraling plaatsvindt van de holmium microsferen en de Hoge 

EERSTE COMMERCIËLE PATIËNTBEHANDELING

Op 21 maart vond in Dresden de eerste commerciële toepassing plaats van radio-embolisatie met holmium microsferen (productnaam QuiremSpheres®). Doordat de activiteit van een patiëntdosis afgestemd wordt op de grootte van de lever, is het van belang dat op het geplande moment van behandelen de correcte activiteit beschikbaar is. Dit vergt dat verschillende partijen (het productieteam in Deventer, het productieteam van de reactor, de betrokken transportpartijen en het klinisch team in het ziekenhuis) perfect op elkaar afgestemd zijn. “Vanzelfsprekend was dit voor de eerste behandeling spannend, omdat de machine vanaf het eerste moment geolied moest lopen”, aldus Sigger: “Gelukkig verliep de productie en het transport naar Dresden vlekkeloos. Een 64-jarige patiënt met secundaire leverkanker werd succesvol behandeld. De positieve behandeluitkomst van deze patiënt en daaropvolgende patiënten is onlangs gepresenteerd op een groot Europees congres voor interventionele radiologie. Er zijn veel uitdagingen overwonnen en er komen er ongetwijfeld nog veel nieuwe uitdagingen op ons pad, maar het feit dat wij als team een directe positieve impact hebben op het welzijn van patiënten wereldwijd, maakt dat meer dan de moeite waard.”

Flux Reactor (HFR) van Nuclear Research and consultancy Group (NRG) in Petten. "De HOR is onderdeel van Dutch Isotopes Valley (DIVA). DIVA is het samenwerkingsverband tussen URENCO, de Technische Universiteit Delft (TUDelft) en NRG en beoogt patiënten in de toekomst te kunnen blijven voorzien van medische isotopen. Het streven is de ontwikkeling van betere medische isotopen voor nauwkeurigere diagnoses en therapieën voor de behandeling van meer vormen van kanker." De HFR is op wereldniveau een belangrijke speler op het gebied van de productie van medische isotopen. Elke dag hebben ruim 24.000 patiënten baat bij de medische isotopen die in Petten worden gefabriceerd. Het feit dat het einde van de technische levensduur van de HFR in zicht is, onderstreept het belang dat er wordt gewerkt aan de bouw van een nieuwe reactor, genaamd de PALLAS-reactor. "Ik heb regelmatig contact met het

projectteam van de Stichting Voorbereiding Pallas-reactor (PALLAS) en heb bijdragen geleverd voor de business-case", licht Sigger toe. De wereldwijde vraag naar medische isotopen groeit nog steeds. Alleen al in Nederland worden jaarlijks ongeveer 400.000 diagnostische scans uitgevoerd en 4.000 therapeutische behandelingen met radioactieve isotopen verricht bij mensen met kanker of een andere ernstige aandoening. Voor veel van deze patiënten is een diagnose of behandeling met radioactieve isotopen de beste zorg.

OPTIMALE BESTRALINGSCONDIÏES

De zoektocht naar nieuwe radiofarmaceutische medicijnen gaat door en de ontwikkeling en productie van de holmium microsferen van Quirem Medical sluiten daarop aan. Een belangrijke eerste stap was het verkrijgen van de CE-markering voor het QuiremSpheres® product. Hierover berichtte Kernvisie

Magazine al in 2015. "Voor het verkrijgen van een CE-markering onder de Active Medical Device Directive (AMDD) heb je een kwaliteitsmanagementsysteem nodig. Daarvoor beschikken wij over de ISO-13485-certificering waarmee het hele proces om de microsferen te produceren volledig is gevalideerd en omgeven door uitgebreide procedures en kwaliteitscontroles." Voordat de microsferen ter bestraling naar het RID of een andere reactor gaan, heeft er al een strenge kwaliteitscontrole plaatsgevonden. "Op microschaal kijken we naar de bolletjes in een representatief sample vóór en na bestraling. In de koude bolletjes zit het stabiele holmium-165; na bestraling is minder dan één procent van het inactieve holmium-165 geactiveerd tot het instabiele isotoop holmium-166. Het is daarbij niet zo dat het ene bolletje wel radioactief is en het andere niet want de activiteit is op moleculair niveau homogeen verdeeld

WERKING

Bij radio-embolisatie worden microsferen direct in de leverslagader van de patiënt geïnjecteerd. Omdat de leverslagader 99% van het tumorweefsel van bloed voorziet, stromen de microsferen als vanzelf naar de tumoren. De diameter van de microsferen is zodanig gekozen, dat de bolletjes vast komen te zitten in de haarvaten in en rondom de levertumoren. Eénmaal vastgelopen geven de microsferen lokaal stralingsdosis af als gevolg van de uitgezonden bètastraling. De holmium microsferen zenden daarnaast ook laag-energetisch gammafoton uit. Deze gammafotonen kunnen zichtbaar gemaakt worden met behulp van SPECT-beeldvorming.



HOLMIUM VS YTTRIUM

QuiremSpheres® is het eerste en enige radio-embolisatie product dat gebaseerd is op de isotoop holmium-166. De overige twee commercieel beschikbare radio-embolisatieproducten zijn beide gebaseerd op yttrium-90. Het klinisch effect is zowel voor holmium-166 als voor yttrium-90 het gevolg van de uitgezonden bèta-straling. Deze straling beschadigt het DNA van de kankercellen, die vervolgens afsterven. Een groot voordeel van de holmium-166 microsferen is echter dat deze goed te visualiseren zijn na toediening in de patiënt. Het is daarmee met SPECT- en MR-beeldvorming na te gaan hoe de microsferen zich hebben verdeeld in de lever en of er voldoende bolletjes terecht zijn gekomen in de tumoren. Quirem Medical ontwikkelt ook software, eveneens CE-gemarkeerd, om de SPECT- en MR-beelden om te zetten in een 3D-dosisdistributie. Deze informatie stelt de behandelend artsen in staat om voor iedere patiënt de radio-embolisatiebehandeling te verifiëren en zo mogelijk te verbeteren. "Wij verwachten dat er grote winst te behalen is als deze informatie ten volle wordt benut. Wij zien nu een trend in de medische wereld, waarbij behandelingen steeds beter afgestemd worden op de individuele patiënt. Daarnaast gaat er in het ziekenhuis veel aandacht uit, ook ingegeven door vernieuwde Europese regelgeving, naar het zorgvuldig verifiëren van afgegeven stralingsdosis. QuiremSpheres® sluit naadloos aan op die behoeften."

over alle bolletjes." Dat het radioactieve isotoop voor slechts een fractie aanwezig is, maakt het stabiele holmium-165 niet overbodig. Vanwege de paramagnetische eigenschappen van holmium-165 zijn de microsferen namelijk goed zichtbaar te maken met MRI.

KOUDE BOLLEN

De bolletjes werden aanvankelijk in het UMC Utrecht gemaakt, in de reactor in Delft bestraald en vervolgens weer in het UMC Utrecht toegepast. "Voor ons als commercieel bedrijf is het belangrijk om alle productiestappen in eigen hand te hebben. Wij hebben er daarom voor gekozen om de productie van de 'koude' holmium-165 bollen van Utrecht naar Deventer te halen. De verhuizing van het productieproces is begin vorig jaar afgerond." Hierna volgt de activering in een kernreactor van het holmium-165 naar het radioactieve holmium-166. "Dit gebeurt voornamelijk in het RID, maar kan bij het RID maar het kan ondertussen ook in een aantal andere reactoren in Europa en daarbuiten. We zijn momenteel bezig om de bestralingen ook in de HFR mogelijk te maken en hopen

dat dit in de nabije toekomst lukt." De laatste verwerkingsstap van het product vindt, sinds de commercialisatie van het product, eveneens niet meer op het UMC Utrecht plaats, maar in het hotlab van het Sint Franciscus Gasthuis (SFG) in Rotterdam. "Dat is omdat het een medisch radioactief product betreft dat moet worden verwerkt onder Good Manufacturing Practice (GMP) condities. Daar heb je gekwalificeerde hotlab ruimtes voor nodig. In het Sint Franciscus Gasthuis was een hotlab en clean room ruimte beschikbaar. "Het bestuur van het SFG gaf ons de mogelijkheid de ruimtes te huren en sinds februari van dit jaar in te zetten voor het gereedmaken van ons finale product." Na het gereedmaken van het product gaat het eindproduct vanuit Rotterdam naar het ziekenhuis waar de patiëntbehandeling is gepland. Met de optimalisatie van het logistieke proces is Quirem Medical nog volop bezig. "We proberen nu te bepalen wat de optimale bestralingscondities zijn. Hiermee kan een hogere activiteit worden verkregen tijdens de activatiestap in de kernreactor. Dit levert logistieke winst op, er is dan immers meer tijd om het product, dat vervalst met een half-

waarde tijd van 27 uur, van de reactor naar de klant te krijgen. Dit is relevant, omdat we in de toekomst het product ook naar klanten in Amerika en Azië zullen transporteren." Eén van de manieren om die condities te verbeteren, is het plaatsen van een loden omhulsel waarmee gamma's worden afgevangen waardoor de bolletjes minder opwarmen door gammastraling. Op dit moment loopt er vanuit het Reactor Instituut Delft onder leiding van Antonia Denkova een STW-project op dit gebied dat nu al succesvol is. Met de loden afscherming is gebleken dat de holmiumbolletjes drie keer zolang kunnen worden bestraald. Sigger: "We bespreken nu met een team van het RID en de TU Delft of welke wijze de invoering van deze succesvolle flexibele bestralingsfaciliteit (FlexBeFa) met loodafscherming bij andere reactoren elders in de wereld het best kan worden vormgegeven."

SAMENWERKING MET TERUMO

Voor het onderzoek, de ontwikkeling, de vervaardiging en in de markt brengen van het product is Quirem Medical een samenwerking aangegaan met de Japanse Terumo Corporation. "Als startup-bedrijf heb je financiering nodig of een bedrijf dat risicodragend kapitaal durft in te zetten. Met Terumo hebben we een uitstekende partner die voor ons als exclusieve distributeur de marketing en sales doet van QuiremSpheres®. Het is een groot medisch-technologisch bedrijf met wereldwijd ruim twintigduizend werknemers, en heeft een uitstekende reputatie en slagkracht in de medische wereld." Naast haar netwerk van klinische partners in Europa onderhoudt Quirem Medical nauwe contacten met vooraanstaande ziekenhuizen in de V.S. Zo heeft het MD Anderson Cancer Centre, het grootste kankerinstituut ter wereld, reeds interesse getoond in het product. Verder ziet Sigger grote kansen voor zijn bedrijf in Azië, waaronder China, gezien ook de hoge incidentie van primaire leverkanker in deze regio. **K**

CT-SCANS KUNNEN STERFTE DOOR LONGKANKER MET DUIZENDEN TERUGDRINGEN

Op basis van een statistisch model hebben Chinese onderzoekers becijferd dat de inzet van Computer Tomografie (CT)-scans het aantal doden door longkanker bij rokers in China met 24 procent kan verlagen. Dit volgt uit een publicatie die onlangs in het Chinese Journal of Cancer verscheen.

Longkanker is een enorm probleem in China. In 2015 kregen 733.000 mensen longkanker en kwamen er 610.000 om het leven. De hoge cijfers zijn naar alle waarschijnlijkheid het gevolg van het grote aantal mensen dat rookt en de luchtverontreiniging die zorgt voor een hoge mate van

blootstelling aan kankerverwekkende stoffen. Lage doses CT-screening wordt in het westen al toegepast om de longkankersterfte terug te dringen. Maar dat is in China nog niet het geval. Uit de National Lung Screening Trial (NLST) in de VS bleek dat CT-long-screening wat betreft mortaliteit twintig procent

gunstiger uitkwam dan Röntgen-screening. In hun onderzoek hebben de Chinese wetenschappers gekeken naar het verschil tussen de effecten van CT- en Röntgen-screening en het helemaal achterwege laten van beide technieken. Voor hun onderzoek hebben de wetenschappers een gesimuleerd aantal van 100.000 rokers uit stedelijke omgeving genomen in de leeftijd van 45 tot 80 waarvan er ongeveer 94.000 man waren en 6.000 vrouw. In de ideale samenstelling van de groep bleek het hoogste resultaat te halen te zijn bij een leeftijdsgroep van 55 tot 75 jaar. CT-screening zorgt bij deze groep voor een afname van sterfte van 24,5 procent vergeleken met geen screening.

Bron: auntminnie.com



© Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.

IJSMUUR RONDOM FUKUSHIMA DAICHII GEREED

Het laatste deel van de muur van grondijs rondom de beschadigde Fukushima Daichii reactoren is gereed. Dit liet Tokyo Electric Power Company (TEPCO) weten. De bevroren grond voorkomt dat er water in of uit de kelders van de reactoren stroomt.

Het is niet ongebruikelijk dat er grondwater de gebouwen binnendringt door haarscheurtjes en onder normale omstandigheden zou dit water gewoon worden weggepompt. De ruimtes onder Fukushima Daichii bevatten echter besmet water dat afkomstig is van het koelen van de reactorkernen. Het was daarom zaak voor TEPCO om de instroom van water te verminderen evenals het uitstromen, waarbij ze kozen voor de bevroeringstechniek. De technologie wordt veelvuldig gebruikt in de bouw maar de muur die TEPCO befrist is de grootste ooit. In totaal wordt 70.000 kubieke meter grond bevroren over een lengte van 1.500 meter. Voor het bevroeren van de grond werden 1568 pijpen 30 meter diep rondom de gebouwen geplaatst. De pijpen circuleren een vloeistof van minus 30° Celsius en bevroeren zo de omringende bodem waardoor er geen water meer door kan. Met toestemming van de Japanse toezichthouder is in maart 2016 begonnen met de bouw van de ijismuur. Dit gebeurde in delen en in augustus is het laatste deel van zeven meter lang bevroren.

K MILIEUACTIVISTEN ROEPEN MACRON OP KERNCENTRALES OPEN TE HOUDEN

In een open brief aan de Franse president Emmanuel Macron hebben 45 prominente 'environmentalists' waaronder klimaatwetenschapper James Hansen, Kirsty Gogan (Energy for Humanity), Robert Stone (Pandora's Promise), Mark Lynas (The God Species, Six Degrees) en vele andere schrijvers, wetenschappers en activisten afgelopen zomer gewaarschuwd dat de plannen die Frankrijk heeft om kerncentrales te gaan sluiten een stap terug betekent voor het land.

"Als het land dan toch overgaat tot de bouw van renewables zet de nieuwe capaciteit dan in voor de elektrificatie van de transportwereld", zei Gogan. In de brief wijzen de samenstellers op de unieke situatie waarin Frankrijk meer aan het milieu heeft bijgedragen dan andere

landen door voor kernenergie te kiezen. "Niet alleen was Frankrijk de gastheer van de VN-klimaatgesprekken, de uitstoot van CO₂ per hoofd van de bevolking behoort bij de laagste van de ontwikkelde landen. Elke afname in nucleaire capaciteit zal leiden tot meer gebruik van fossiele

brandstoffen en meer vervuiling als gevolg van het wisselende aanbod van stroom door wind en zon." Duitsland wordt als voorbeeld genomen. Sinds 2009 zijn de emissies ondanks de ruim honderd miljard euro investering in wind en zon nauwelijks gewijzigd en zelf gestegen in 2015 en 2016 als gevolg van de sluiting van kerncentrales en de gebrekkige wind en weinig zon in die jaren. En waar Frankrijk de laagste stroomprijzen kent, is elektriciteit voor de burgers van Duitsland duur en vies. Daarnaast zou de overgang van nucleair naar renewables en fossiel grote schade toebrengen aan de Franse economie door hogere stroomprijzen voor de eigen bevolking en industrie, afname van stroomexport en de ondermijning van de Franse nucleaire exportsector. Frankrijk is als geïndustrialiseerd land wereldwijd leidend geweest in de decarbonisatie van de elektriciteitssector. Dat behoeft erkenning en opvolging, geen afbraak.

Bron: World Nuclear News

VERSNELLING ONTWIKKELING KLEINE MODULAIRE REACTOR SMR-160

Het Amerikaanse bedrijf Holtec International heeft een overeenkomst getekend met het Canadese SNC-Lavalin voor samenwerking bij de ontwikkeling van de SMR-160, de kleine modulaire reactor van Holtec.

Binnen de overeenkomst zal SNC-Lavalin (het moederbedrijf van Candy Energy) Holtec voorzien van verscheidene ingenieursdiensten waaronder ondersteuning aan het vergunningstraject van de SMR-160-reactor. Volgens Holtec is de samenwerking bedoeld om de lopende ontwikkeling van de reactor en de internationale vergunningverlening

te versnellen door "Het mondiale 'nucleaire' topteam van SNC-Lavalin te koppelen aan het SMR-team van Holtec." Preston Swafford, SNC-Lavalin chief nuclear officer en de Executive Vice President zei: "We weten dat de mondiale markt voor veilige en betaalbare kernenergie continu groeit." Hij ziet de samenwerking met Holtec als een stap in de richting van een 'walk away safe'

reactorontwerp dat voorziet in een schone, betaalbare en betrouwbare stroomvoorziening op regionaal en nationaal niveau. De SMR-160 maakt gebruik van laagverrijkt uranium. De geprefabriceerde reactorkern en alle stoomgeneratorsystemen komen ondergronds en het ontwerp bevat zeer veel eigenschappen zoals een passief koelsysteem dat onmiddellijk in werking treedt na een bedrijfstop. Er zijn geen actieve onderdelen nodig zoals pompen om de reactor gaande te houden, zodat er geen aparte stroom nodig is om de reactor stop te zetten of hitte af te voeren. Een eerste vergunningsaanvraag wordt eind 2018 verwacht.

Bron: WNN



AFBOUW AP1000-REACTOREN BIJ VOGTLE-KERNCENTRALE GAAT VOORALSNOG DOOR

Ondanks faillissement Westinghouse zoeken eigenaren naar oplossing om bouw te continueren

Het stopzetten van de bouw van twee nieuwe AP1000-reactoren bij de V.C. Summerkerncentrale is een zware tegenslag voor de ontwikkeling van nieuw nucleair in de Verenigde Staten. Maar ondanks het faillissement van kerncentralebouwer Westinghouse gaat de bouw van twee andere AP1000-reactoren bij Vogtle in Georgia vooralsnog door. Mede-eigenaar energiebedrijf Oglethorpe Power probeert extra federale steun te krijgen om hun aandeel van de kosten te financieren om de twee reactoren van de Vogtle-kerncentrale af te kunnen bouwen.

Oglethorpe Power heeft een aandeel van dertig procent in het Vogtle-project in Georgia (VS). De bouw aan de Vogtle 3- en 4-reactoren gaat door in afwachting van een definitief besluit om het werk al dan niet te staken. De werkzaamheden zijn ononderbroken doorgestaan bij

Vogtle-eenheden 3 en 4 vanaf het moment dat kernreactorenbouwer Westinghouse in maart faillissementsbescherming aanvraag en uiteindelijk failliet ging. De projectleiding ging eind juli over naar Southern Nuclear na een service-overeenkomst tussen Westinghouse

en de mede-eigenaren van de Vogtle-kerncentrale: Georgia Power, de dochteronderneming van Southern Company (45.7%), Oglethorpe Power (30%), MEAG Power (22.7%) en Dalton city (1.6%). In de periode daarvoor ging het werk gewoon door in het kader van

een tussentijdse beoordelingsovereenkomst. De moedermaatschappij van Westinghouse, Toshiba Corporation, ging in juni akkoord met de betaling aan de eigenaren van Vogtle van maximaal 3,68 miljard dollar. Dat akkoord werd gegeven onder dezelfde waarborgen die werden afgegeven toen Westinghouse in 2008 de opdracht voor de bouw van de eenheden ontving. In een update voor investeerders zei Mike Smith, president en CEO van Oglethorpe dat de gezamenlijke eigenaren de geschatte kosten en de planning blijven evalueren om de bouw van het project zonder de prijs- en programmabescherming binnen het Westinghouse EPC- contract (Engineering, Procurement en Construction) te kunnen voltooien. "Wij hebben gelukkig de capaciteit om de bouw voort te zetten omdat Southern Nuclear een betrouwbare exploitant is van een groot aantal kernreactoren - met inbegrip van vier eenheden waarin wij eigendomsbelangen hebben - en het is bij uitstek in staat de taak van Westinghouse over te nemen om toezicht te houden op de bouw van de Vogtle-eenheden 3 en 4", aldus Smith.

CONSERVATIEVE PLANNING

Smith merkte echter wel op dat: "Zelfs met de bijdragen van Toshiba is het de verwachting dat de kosten om het project te voltooien onze vroegere ramingen zullen overschrijden." Hij zei dat het aandeel van Oglethorpe van het project was gestegen van 5 miljard dollar tot ergens tussen 6,5 en 7,3 miljard dollar. "Deze cijfers veronderstellen dat Toshiba aan hun verplichting voldoet om Oglethorpe 1,1 miljard te betalen zoals voorgesteld in de regelingsovereenkomst", zei hij. "Als wij met het project verdergaan, gaan we er volledig van uit dat Southern Nuclear Corp het project zal leiden richting de onderzijde van de gegeven financiële ruimte. Maar wij plannen conservatief richting de bovenzijde gezien de vaste prijsbescherming die eerder was



✦ Reactorvat van een AP1000 gereed voor transport

inbegrepen in het EPC-contract dat er nu niet meer is."

Smith zei dat Oglethorpe naar extra financiering zoekt voor het programma bij het Department of Energy's (DOE) garantieprogramma voor leningen. De belangrijkste financiële medewerker bij Oglethorpe, Betsy Higgins, verklaarde: "We hebben al een lening afgesloten in 2014 bij het DOE van 3 miljard dollar waarvan wij 1,7 miljard als voorschot hebben gekregen." Gezien het faillissement van Westinghouse en de verstoring van het project werd de lening begin juli gewijzigd. Er werden enkele nieuwe voorwaarden in de lening opgenomen die het mogelijk maken voorschotten uit te stellen totdat een beslissing is genomen om met het project door te gaan met een nieuw budget, een nieuwe begroting en er een overeenkomst is met een nieuwe aannemer.

VOORWAARDELIJKE GOEDKEURING

Volgens Higgins heeft het bedrijf daarnaast een aanvraag voor een lening ingediend en is het in actief overleg met de DOE. "Oglethorpe", zei zij, "is op zoek naar extra financiering in de orde van grootte van 1,5 tot 1,6 miljard dollar." Higgins merkte op dat, zoals met de voorwaarden

van de originele leningswaarborg, het bedrijf beperkt is tot het lenen van tot zeventig procent van zijn aandeel van de projectkosten. Oglethorpe gaat uit van een voorwaardelijke goedkeuring van het DOE eind september, wat het einde van het fiscale jaar is van de Amerikaanse overheid. "Als de eigenaars beslissen de bouw niet voort te zetten of als er niet aan de voorwaarden tegen eind dit jaar kan worden voldaan, dan heeft de DOE de bevoegdheid om een terugbetaling van vijf jaar van de lening te eisen", aldus Higgins.

Georgia Power werkt op dit moment aan de definitieve aanbeveling om wel of niet met het project door te gaan met de Georgia Public Service Commission (PSC). Smith: "Uiteindelijk begrijpen wij dat als deel van het toezichthoudende proces van Georgia Power, de Public Service Commission de aanbeveling zal meewegen om het project al dan niet voort te zetten." De bouw van Vogtle-eenheid 3 startte in maart 2013 en van eenheid 4 in november in datzelfde jaar. De voorlopige datums van ingebruikname voor de eenheden, indien zij worden voltooid, liggen tussen februari 2021 en maart 2022 van Vogtle-eenheid 3 en tussen februari 2022 en maart 2023 voor eenheid 4. **K**



INBEELD

**'S WERELDS OUDSTE
KERNAFVALOPSLAG VOOR
HET EERST SINDS 65 JAAR
GEOPEND**

Deskundigen bij de nucleaire faciliteit Sellafield bij het plaatsje Seascale aan de Ierse Zee in het noordwesten van Engeland hebben onlangs een

gat in de Pile Fuel Cladding Silo gemaakt, een afgesloten 'kluis' voor de opslag van nucleair afval die ontworpen was om nooit te worden geopend. Dit is het eerste van zes gaten van waaruit het oude radioactieve afval dat erin ligt opgeslagen, zal worden verwijderd. De silo werd gebouwd in de jaren 50 van de vorige eeuw toen het doel van de locatie was om materiaal voor kernwapens te produceren. De veilige ontmanteling van het gebouw is één van de hoogste prioriteiten voor zowel Sellafield Ltd

als de Nuclear Decommissioning Authority.

Steven Carroll, directeur van de Pile Fuel Cladding Silo: "Ik ben ongelooflijk trots op het werk dat Sellafield Ltd en de leveringsketen teams tezamen hebben bereikt bij de voorbereidingen voor het met succes terughalen van het afval uit de silo." De uitdaging en aanpak van deze faciliteit is met niets te vergelijken als je de leeftijd van het gebouw in overweging neemt, het gebrek aan historische informatie over het afval zelf, de atmosfeer binnen in de silo en



© Sellafeld Ltd

zijn situering op één van de krapste locaties ter wereld. “Ondanks dit hebben de teams een uitzonderlijke prestatie geleverd op ingenieursgebied in een moeilijke omgeving die het ons uiteindelijk mogelijk maakt het afval eruit te halen en het nog eerder in veilige opslag te krijgen dan vooraf was gepland.”

De voorbereidingen hebben een aantal jaren in beslag genomen, waaronder het oefenen van het uitsnijden van een gat in een op ware grootte gemaakte replica. Elke sectie

wordt één enkel stuk verwijderd en in een zogenaamde containment bag afgevoerd. Het gat wordt vervolgens met behulp van een containment deur gesloten. Dit zijn enorme stalen deuren die ervoor zorgen dat er een veilige barrière ontstaat tussen het afval in de silo en de buitenwereld. Het verwijderen van het materiaal vanuit de silo begint in 2019. Hiervoor zal een kraan met een gripper door de gaten reiken om het afval op te scheppen en het door het gat naar buiten te halen. Dan zal het in een daarvoor speciaal ontworpen

metalen container worden geplaatst voor een veilige opslag in een moderne faciliteit. Het werk wordt uitgevoerd door Sellafeld Ltd, Bechtel Cavendish Nuclear Solutions en Babcock Marine Technology. Sellafeld (voorheen Windscale) is de naam van een nucleair complex dat onder meer een opwerkingsfabriek voor nucleair afval herbergt en enkele buiten bedrijf gestelde kernreactoren, waaronder de kerncentrale Calder Hall. **K**

PRINSES BEATRIX VERRICHT OFFICIËLE OPENING VOG-2

Prinses Beatrix verrichtte op woensdagmiddag 13 september de officiële opening van het nieuwe VOG-2, het opslaggebouw voor verarmd uranium bij de COVRA, de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval. Het nieuwe felblauwe gebouw deelt het thema 'tijd' met het oranje HABOG, het opslaggebouw voor hoogradioactief afval. Het HABOG kleurt in de loop der tijd steeds minder oranje; een verwijzing naar afnemende radioactiviteit. Het VOG-2 is voorzien van een reusachtige zonnwijzer en geeft het belang van tijd in radioactief afvalbeheer aan.

Met het HABOG, het opslaggebouw voor hoogradioactief afval gooide de COVRA al hoge ogen. Het oranje gebouw waarin het afval voor zeker honderd jaar veilig ligt opgeborgen, zal in de loop der tijd steeds minder oranje worden: een verwijzing naar het minder radioactief worden van het opgeslagen afval. Met de oplevering van het VOG-2 heeft de COVRA wederom een 'landmark' op zijn terrein staan dat nu al de aandacht heeft getrokken uit binnen- en buitenland. Ook hier heeft de Zeeuwse kunstenaar William Verstraeten weer gebruik gemaakt van het thema tijd dat nu

terugkomt in de vorm van een reusachtige zonnwijzer die op het felblauwe gebouw is gemonteerd. Deze grootste zonnwijzer van Europa is een verwijzing naar het belang van tijd in radioactief afvalbeheer. Radioactiviteit verdwijnt immers met het verstrijken van de tijd.

Het was overigens niet de eerste keer dat prinses Beatrix de COVRA bezocht. In 2003 opende zij ook al het HABOG. Het nieuwe VOG-2 waarvoor prinses Beatrix de officiële opening verrichtte, is bestemd voor de opslag van verarmd

uranium dat afkomstig is van URENCO Nederland uit Almelo. Verarmd uranium is een restproduct dat ontstaat bij de verrijking van uranium. Verrijkt uranium wordt onder andere gebruikt als grondstof voor medische isotopenproductie en als splijtstof voor onderzoeksreactoren en kerncentrales. Het VOG-2 bestaat uit drie enorme hallen waar ruimte is voor verarmd uranium dat in de komende vijftien jaar wordt geproduceerd. Bij het ontwerp van het gebouw is al rekening gehouden met een eventuele uitbreiding van de opslagcapaciteit op termijn. Tijdens de opening van het VOG-2 door algemeen directeur Jan Boelen waren ook minister van infrastructuur en milieu Melanie Schultz van Haegen aanwezig, de president van de raad van commissarissen ir. Jannes Verwer en ongeveer honderdtachtig genodigden. Algemeen directeur Jan Boelen heette prinses Beatrix en alle gasten voor de opening welkom. Boelen zei trots te zijn op het nieuwe gebouw dat volgens hem past in de missie en doelstellingen van COVRA. Ad Louter, managing director van URENCO Nederland ziet in het VOG-2 een publiekstrekker en dat ligt volgens hem in de lijn met de brede maatschappelijke erkenning die COVRA geniet. **K**



© Scherpi Fotografie

© Scherpi Fotografie



✎ Jan Boelen, algemeen directeur COVRA

© COVRA

VOG-2 IS EEN VISITEKAARTJE VOOR COVRA

In september 2015 ging de eerste heipaal voor het VOG-2 de grond in. In anderhalf jaar zette COVRA een gebouw neer dat een 'landmark' is voor Nederland. Jan Boelen, algemeen directeur COVRA: "Ik ben trots op dit nieuwe gebouw. Het VOG-2 past geheel in de missie en doelstellingen van COVRA. Het is voor ons een visitekaartje."

Nederland is op nucleair gebied misschien geen grote partij, maar het beschikt wel over een breed pallet van toepassingen met wereldwijde uitstraling: Urenco in Almelo, NRG in Petten, RID bij de TUD Delft en de kerncentrale van EPZ in Borsele. Daarnaast maken ziekenhuizen en bedrijven volop gebruik van nucleaire technologie.

INTERNATIONALE ERKENNING

Al die bedrijven produceren radioactief

afval. Het beheer van dat afval is werk voor specialisten. COVRA is het enige aangewezen bedrijf in Nederland om dat afval te conditioneren en veilig op te slaan voor tenminste 100 jaar. Daarbij richt zij zich nu al op de ontwikkeling van een permanente oplossing in de vorm van een ondergrondse (geologische) eindberging voor lang levend radioactief afval. De Missie van COVRA is helder: Blijvend zorgen voor het Nederlands radioactief

afval om mens en milieu te beschermen. "Daarmee vervullen wij een belangrijke maatschappelijke opdracht. Als je breder kijkt naar wat er gebeurt op het gebied van milieubeleid in Nederland, dan zijn wij internationaal mede toonaangevend. Dat geldt zeker ook voor de opslag van radioactief afval." Boelen vertelt over de internationale erkenning die COVRA eerder heeft gekregen voor de opslag van hoogradioactief afval in het HABOG. Maar ook voor het VOG-2 ziet hij de interesse groeien. Bezoekers komen uit binnen- en buitenland om met eigen ogen te zien hoe COVRA dat doet. "Zelfs in de folders van het atoomagentschap in Wenen, de IAEA, staan foto's van onze gebouwen en technieken als voorbeelden hoe het zou kunnen."

TRANSPARANTIE

Boelen wijst er in dit verband op dat hij die aandacht niet uit de weg gaat. "Nucleair en radioactiviteit zijn toch zaken die voor veel mensen iets mysterieus, beangstigends met zich meebrengen. Daarom hebben we met het VOG-2 een nieuw oriëntatiepunt gecreëerd. Het is niet alleen een veilig en effectief opslaggebouw maar dient ook als een startpunt voor gesprek. Het geeft de mogelijkheid om met bezoekers in gesprek te komen over radioactiviteit als natuurlijk onderdeel van het leven op aarde." Met deze aanpak doorbreekt COVRA de trend in de nucleaire sector om zich meer en meer in zichzelf te keren. "Dat moet je juist niet doen", stelt Boelen, "Je moet transparant zijn in wat je doet en mensen laten zien dat we geen geheimen hebben." Radioactief afval is dus afval, maar met een extra dimensie. Het verschil met 'gewoon' industrieel afval is dat het stralingsniveau niet door een chemisch of fysisch proces verkleind kan worden. Het stralingsniveau neemt in de loop van de tijd door verval af waardoor het ook minder schadelijk wordt. Tot die tijd moet het materiaal geïsoleerd, beheerd en gecontroleerd worden. "Daarom houden we vandaag al rekening met de ✎

mogelijke eisen die over honderd jaar gesteld kunnen worden en ontwerpen wij onze opslagmethoden daarvoor. Dat doen wij transparant, effectief en zorgvuldig”, vult Boelen aan.

TIJD ALS THEMA

Tijd is voor COVRA dan ook een terugkerend thema. “Radioactiviteit en tijdmanagement zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden en staan bij

ons centraal. Dat komt terug in onze bedrijfsvoering en in het ontwerp van onze gebouwen. Zo zal het HABOG in de loop van de tijd in steeds lichtere tinten geschilderd worden wat het verval van radioactiviteit symboliseert. Het VOG-2 is ‘uranium’ blauw. Hiervan zal de kleur in de tijd niet lichter worden. De factor tijd komt hier terug in de enorme zonnwijzer op dak.” Het resultaat mag er zijn. “Het gebouw is krachtig in zijn

eenvoud, robuustheid en ruimtelijkheid. Het is met recht een visitekaartje voor COVRA maar ik denk ook voor URENCO, dat hiermee kan laten zien dat het zijn verantwoordelijkheid voor het afval serieus neemt en voor onze toezichthouder die met de kwaliteit en uitstraling van dit gebouw de bevolking en zijn buitenlandse collega’s de verzekering kan geven dat wij onze maatschappelijke verantwoordelijkheid serieus nemen”, besluit Boelen. **K**



HET VOG-2 IS EEN PUBLIEKSTREKKER

© URENCO

In Almelo produceert URENCO splijtstof voor kerncentrales. Het verarmde uranium dat na productie overblijft, komt uiteindelijk in het nieuwe VOG-2 bij de COVRA terecht. Ad Louter, managing director van URENCO Nederland is enthousiast over de keuze voor een opvallend gebouw. “Ik heb bewondering voor de directeuren bij de COVRA die zich sterk hebben gemaakt om van het VOG-2 een publiekstrekker te maken.”

Van het natuurlijke uranium dat bij URENCO terecht komt, is slechts 0,7 procent het splijtbaar uranium-235 dat in kerncentrales wordt gebruikt. De rest bestaat voor het overgrote deel uit het nietsplijtbaar uranium-238. Bij URENCO wordt de concentratie uranium-235 verhoogd tot vier à vijf procent. “Dit proces noemen we verrijking en dat gebeurt met behulp van de beste ultracentrifuges die er ter wereld zijn te vinden”, verklaart Louter niet zonder trots. Naast het verrijkte uranium ontstaat dus ook een deel verarmd uranium. Een deel hiervan blijft bij URENCO voor eventuele verdere verwerking. De rest gaat op transport naar de COVRA. Als het daar de poort passeert, krijgt het verarmd uranium het stempel ‘radioactief afval’. Dat klinkt volgens Louter veel gevaarlijker dan het is: “Het straalt nauwelijks. Zelfs minder dan natuurlijk uranium.” Toch kan het niet meer terug naar de

K Ad Louter, managing director URENCO

mijnen waar het uitkwam. Dat komt volgens hem door de wetgeving. “Algemeen wordt het Linear No-Threshold-model aangehouden. Dit houdt in dat straling, hoe gering ook, mens en milieu schade kan berokkenen.”

BEWONDERING

Met de kwalificatie afval, moet de producent voor opslag zorgen. Immers, de vervuiler betaalt. Het VOG-2 is dan ook eigenlijk een gebouw dat op verzoek van URENCO is gebouwd en ook door hen is betaald. Op zich had een stevige en onopvallende loods



© Scherpi Fotografie

✘ De grootste zonnewijzer van Europa.

volstaan, maar Louter ziet de voordelen van een opvallend gebouw dat juist de aandacht trekt. “Ik heb bewondering voor het initiatief van de vorige directeur van de COVRA Hans Codée, de huidige directeur Jan Boelen en plaatsvervangend directeur Ewoud Verhoef die zich sterk hebben gemaakt om van het VOG-2 een publiekstrekker te maken.” Louter wijst daarbij ook naar het HABOG waarin theaterstukken zijn gehouden, de kunst die in de gebouwen wordt bewaard en getoond en natuurlijk naar het VOG-2 die met zijn enorme zonnewijzer een verwijzing naar de tijd is. “Tijd is een goed thema. We lopen te somberen over het radioactief afval terwijl dat eigenlijk in de loop der tijd verdwijnt.”

2.000 BEZOEKERS

URENCO deelt met de COVRA dat ze het contact met de omgeving zoeken. “Ik stel vast dat de COVRA brede maatschappelijke erkenning geniet. Het is niet voor niets dat prinses Beatrix bij de opening van het VOG-2 aanwezig zal zijn.” Jaarlijks bezoeken veel mensen het COVRA-terrein, maar ook URENCO verwelkomt jaarlijks ruim tweeduizend bezoekers waaronder een meerderheid aan jongeren. “We leggen uit wie we zijn en wat we doen. Radioactiviteit, of het nou natuurlijk is of synthetisch, is een onderdeel van ons leven.” Extra aandacht gaat uit naar het wekken van interesse bij meisjes voor bètavakken en nucleaire technologie. “Slechts tien procent van de technische functies wordt bij ons door vrouwen vervuld. Dat moet eigenlijk veel hoger.” URENCO Nederland is onderdeel van de URENCO Group. Naast Almelo zijn er vestigingen in Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten. Vanuit de 4 verrijkingfabrieken levert URENCO verrijkt uranium aan 29 procent van de kerncentrales wereldwijd. **K**

Menno Jelgersma



© Scherpi Fotografie

COLUMN



REFUTATIONS TO ANTI-NUCLEAR MEMES

In juni gaf ik een presentatie over kernenergiesystemen voor de nabije en verdere toekomst voor het International Youth Congress on Energy in Boedapest. Aantrekkelijk vond ik vooral dat dit een energiebreed congres was, niet alleen over kernenergie. Dat betekende dat je niet alleen

voor eigen parochie preekte, maar ook mensen kon bereiken die het nucleaire niet zo'n warm hart toedroegen, of gewoon er niet veel van wisten. Helaas ging deze vlieger maar beperkt op: mijn presentatie was om 9 uur 's ochtends, gevolg was dat er overwegend 'fans' in de zaal zaten en niet zo zeer de mensen die ik eigenlijk wilde bereiken. Tja, hoe doe je dat eigenlijk, mensen bereiken die geen tijd willen steken in jouw boodschap?

Zoals bekend hebben de diverse organisaties die zich bezighouden met de bestrijding van de nucleaire sector iets beter door hoe dit werkt. Zo hebben zij het verschijnsel meme al lang geleden ontdekt en voor hun doel ingezet.

Wat is een meme? Volgens Wikipedia een heel breed begrip, een idee, gedrag of stijl dat zich onder informatiedragers verspreidt in een cultuur, maar in de praktijk staat het voor een humoristische afbeelding met een tekstje op internet.

Op facebook krijg je vaak suggesties aan de hand van je likes. Ik heb al eens eerder geschreven over Nuklearia, die hebben regelmatig goede postings, en zo kwam ik op het spoor van Refutations to Antinuclear Memes. Ojé, zeker weer de nucleaire sector die iets probeert te communiceren: 'weerleggingen van antinucleaire memes', hoe lang en defensief.

Maar de inhoud is verfrissend, ze gaan helemaal niet in op anti-nucleaire memes maar zetten hun eigen meme in met informatie over straling, soms serieus en soms op ludieke wijze. Zoals ze zelf aangeven: "This page is promoting education in domains such as energy, nuclear engineering, climate change, green propaganda. Be warned, heavy sarcasm may be used."

Wellicht kan dit helpen bij het bereiken van niet-geïnteresseerde doelgroepen. **K**

Aliki van Heek



K NUCLEAIR ONDERZOEK SCHILDERIJEN RIJKSMUSEUM

Nucleaire technologie wordt vaak toegepast voor het uitvoeren van een gedetailleerde analyse van kwetsbare schilderijen. Het is daarbij uiteraard noodzakelijk om ervoor te zorgen dat de gebruikte technieken niet het materiaal beschadigen dat wordt geanalyseerd. Dit was de insteek van veertig deskundigen uit diverse disciplines die in juli een technische vergadering van de IAEA in het Rijksmuseum in Amsterdam bijwoonden. Zij ontwikkelden 'best practices' voor de identificatie van onderzoek en behandeling van schilderijen met ioniserende straling.

"Historische schilderijen spelen een grote rol in het cultureel erfgoed van de meeste landen wereldwijd. Het is daarom van het grootste belang om alle mogelijke maatregelen te nemen

om ervoor te zorgen dat zij voldoende worden geanalyseerd en bewaard", zei Aliz Simon van de Division of Physical and Chemical Sciences bij de IAEA en co-chair bij de vergadering. Op de vergadering,

➤ *Analyse met behulp van nucleaire technologie*

getiteld Developing Strategies for Safe Analysis of Paintings and Paint Materials, werkten curatoren, conservatoren, stralingsspecialisten, fysici, chemici, materiaal en versnellerwetenschappers tezamen om de gevolgen van ioniserende straling voor schilderijen en verfmaterialen beter te begrijpen en de minst invasieve protocollen te identificeren om analyses uit te voeren.

De technieken omvatten het gebruik van intense fotonen-, elektronen-, ionen- en neutronenstraling die door deeltjesversnellers of onderzoekreactoren worden geproduceerd. Ze worden ingezet voor het scannen van complete schilderijen of voor de beeldvorming van kleine delen van verfmonsters om meer over hun samenstelling, productiemethodes en geschiedenis te leren. "Recente ontwikkelingen in hoge resolutie beeldweergave brengen innovatieve strategieën binnen de studie



✎ *Schutters van wijk XI onder leiding van kapitein Reynier Reael, bekend als 'De magere compagnie' van Frans Hals en Pieter Codde.*

van schilderijen, in het bijzonder op nanoschaal. Het is echter nodig om de effecten van de desbetreffende kerninteracties met het materiaal beter te begrijpen en daarmee de resultaten hun

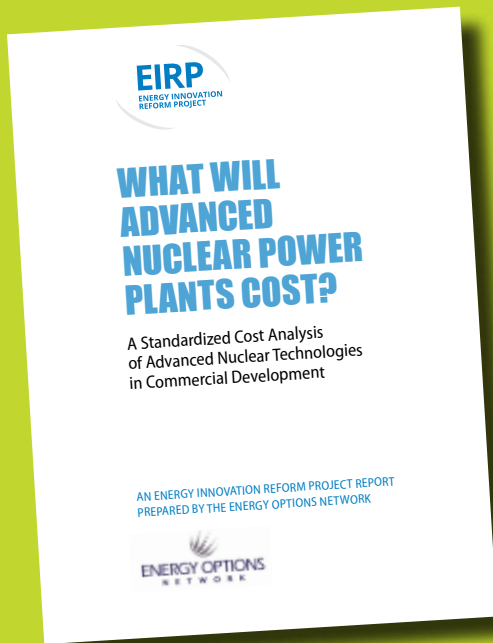
volledige betekenis te geven," aldus Loïc Bertrand, Directeur van IPANEMA (het onderzoeksplatform voor oude materialen) bij Synchrotron SOLEIL in Frankrijk. De deelnemers aan de vergadering

ontwikkelden de Irradiation History Wizard, een risicoberekeningsstrategie waarin verscheidene aspecten van analyse werden opgenomen, zoals de voordelen en risico's, en alternatieve routes om wijziging in het materiaal te minimaliseren, terwijl tegelijkertijd de geproduceerde analytische data worden geoptimaliseerd. "Dit document zal tot een nieuwe manier van denken leiden en zal zowel de analisten helpen die de bestralingen uitvoeren als de curatoren die de eigenaren zijn van de materialen of objecten binnen het cultureel erfgoed om de mogelijke gevolgen van stralingen beter te begrijpen en te voorspellen," lichte Ineke Joosten toe, die naast gastvrouw ook de technische co-chair van de vergadering was en specialist Conservering & Restauratie is bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. "De deelnemers aan de vergadering werken bij of samen met ongeveer zeventig musea, dus de risicoberekeningsstrategie die tijdens deze vergadering werd ontwikkeld zal zeker het gemeenschappelijk besef bevorderen en zal de gebruikers van nucleaire analytische technieken op een efficiënte en directe manier bereiken." **K**

Bron: Kyle Pilutti, IAEA Office of Public Information and Communication en Rijksmuseum, Amsterdam

ONDERZOEK NAAR DE MAGERE COMPAGNIE VAN FRANS HALS EN PIETER CODDE

Een opdracht voor een Amsterdams schuttersstuk werd in de 17de eeuw zelden toegekend aan een schilder van buiten de stad. De Haarlemmer Frans Hals kreeg hem bij uitzondering, maar lag al snel overhoop met de schutters. Nadat de schutterscompagnie de samenwerking met Frans Hals beëindigde, werd Pieter Codde gevraagd het schilderij af te maken. Hals had op dat moment de zeven figuren aan de linkerzijde geschilderd. Tot nu toe werd gedacht dat Codde vervolgens de zeven figuren rechts weergaf, waarbij hij de vlotte penseelstreek van zijn voorganger imiteerde. In het recente verleden is uit materiaal-technisch onderzoek gebleken dat aan de linkerkant aanpassingen door Codde zijn aangebracht en aan de rechterkant zijn delen geschilderd door Hals. Om nog meer inzicht te krijgen in de opbouw en vervaardiging van het schilderij werd het millimeter voor millimeter gescand met een macroröntgenfluorescentie-scanner (MA-XRF). Waar een röntgenfoto alleen een contrast tussen lichte en zware elementen laat zien, analyseert macro-röntgenfluorescentie de verschillende chemische elementen aanwezig in de verf. Daaruit kunnen de gebruikte pigmenten worden afgelezen en dat geeft meer specifieke informatie over de stappen in het maakproces van het schilderij en de werkverdeling tussen de twee schilders. Het scannen is bijzonder tijdrovend en duurt ongeveer 25 dagen en nachten.



GEN-IV KAN CONCURREREN MET ANDERE ENERGIEOPWEKKERS

Uit een recente studie van het Energy Innovation Reform Project (EIRP) blijkt dat bedrijven die zich richten op ontwerp en bouw van geavanceerde reactoren de kosten die hiermee gepaard gaan ongeveer op de helft schatten van die voor conventionele kerncentrales. Hiermee komt de positie van kernenergie op een geheel ander (hoger) niveau en zijn Gen-4-reactoren zeer concurrerend in vergelijking met andere basislast-mogelijkheden van energieopwekking.

De peer-reviewed studie van het EIRP maakte gebruik van data en analyse van werk uitgevoerd door het Energy Options network (EON) en heeft betrekking op centrales met een grootte van minimaal 250 MWe. De bedrijven die in de studie zijn opgenomen zijn: Elysium Industries, General Electric, Moltex Energy, NuScale Power, Terrestrial Energy, ThorCon Power, Transatomic Power en X energy. Geavanceerde kerntechnologieën ofwel reactorontwerpen van de Gen-IV zijn controversieel. Volgens veel mensen zijn ze een panacee voor de energieproblemen van de wereld, terwijl anderen beweren dat het nog decennia duurt voor er werkelijk een beschikbaar type op de markt is en dan zal dat type nog ingewikkelder en duurder zijn dan conventionele kerntechnologieën. Het oplossen van dit debat vereist een scherp inzicht in de groei van technologieontwikkeling die plaatsvindt in nationale laboratoria en in die van de industrie. Omdat bedrijven het

eigendomsrecht over hun producten hebben, is er betrekkelijk weinig aansporing om informatie over producten te delen. Door het ontbreken van geloofwaardige informatie over deze nieuwe technologieën en hun potentiële kosten is een voedingsbodemp ontstaan voor sceptici.

GESTANDAARDISEERDE BEOORDELING

De geavanceerde kerntechnologieën laten een enorme evolutie zien vanaf conventionele reactoren op het gebied van veiligheid en non-proliferatie. En de kostenramingen van sommige geavanceerde reactorbouwers - indien nauwkeurig - doen vermoeden dat deze technologieën de manier waarop wij denken over kosten, beschikbaarheid, en de milieugevolgen van energieopwekking, een omwenteling kunnen veroorzaken. Er is veel scepsis over de kosten van toekomstige kerntechnologieën en dat is begrijpelijk gezien de beruchte maar nog niet behaalde belofte van energie

'die te goedkoop zou zijn om te meten'. Een gestandaardiseerde beoordeling van de beweringen van technologie-ontwikkelaars is essentieel voor elke discussie over feiten die betrekking hebben op toekomstige kosten van kernenergie. Eerder verricht werk door het Energy Options Network (EON) wees uit dat elk bedrijf zijn eigen benadering had voor het inschatten van installatiekosten. Dit maakte het appels met peren vergelijken met conventionele hogedruk waterreactoren (PWRs). De onlangs verschenen studie werd gedaan om aan die tekortkoming tegemoet te komen. Het vergelijken van de kosten van toekomstige kerntechnologieën met huidige ontwerpen (of andere generatietechnologieën) vereist het meenemen van kostengegevens voor geavanceerde kerncentrales op een gestandaardiseerde en alomvattende manier. Door gebruik te maken van het raamwerk van de installatiekostenberekening dat door het Generatie-IV Internationaal Forum werd ontwikkeld, kon EON tot

een kostenmodel voor deze studie komen dat alle potentiële kostencategorieën voor elke soort kerncentrale omvat. Er zitten standaardwaarden in voor elke kostencategorie (die op vorige kostenstudies werden gebaseerd die bij nationale laboratoria werden uitgevoerd) en verstrekt de mogelijkheid voor bedrijven om nieuwe bedrijfsmodellen en leveringsstrategieën in hun bedrijfsstructuur op te nemen. Met dit model werkte EON met belangrijke geavanceerde reactorbedrijven om betrouwbare, gestandaardiseerde kostenprojecties voor hun installaties te verkrijgen.

EFFECTIEVE CONCURRENT

In de studie zijn verscheidene kostenverlagende strategieën opgenomen die de bedrijven nastreven, waaronder: simpele gestandaardiseerde ontwerpen, prefabricatie, modulaire bouw, korte productietijd en hoge efficiëntie. "Deze studie toont de potentie aan voor een nieuw hoofdstuk in de rol van kernenergie in de wereldwijde vraag naar betaalbare energieoplossingen", zei Merrifield, Partner bij Pillsbury Winthrop Shaw Pittman LLP en voormalig medewerker NRC in een blog van journalist Dan Yurman die eerder op internet verscheen. "Bij deze kosten zou kernenergie een zeer effectieve concurrent zijn voor andere opties voor het opwekken van energie. Tegelijkertijd zou dit een aanzienlijke uitbreiding kunnen betekenen van de nucleaire 'footprint' in die delen van de wereld waar de nood voor schone energie het hoogst is en die het minst in staat zijn om de hoogste prijs te betalen", aldus Pittman. **K**

*Energy Innovation Reform Project (EIRP)
What Will Advanced Nuclear Power
Plants Cost? A Standardized Cost Analysis
of Advanced Nuclear Technologies in
Commercial Development*

Het rapport is te downloaden via:
innovationreform.org



BRITTEN VREZEN TEKORT ISOTOPEN EN SPLIJTSTOF

Met de Brexit wil het Verenigd Koninkrijk, zoals het er nu naar uitziet, ook uit EURATOM stappen, het samenwerkingsverband van de European Atomic Energy Community. Britse wetenschappers luiden de noodklok omdat Britse kerncentrales mogelijk hierdoor niet meer de benodigde splijtstof kunnen krijgen en ook de toevoer van medische isotopen in gevaar kan komen.

Ed Vaizy, een voormalige conservatieve minister waarschuwde dat de bestaande overeenkomst van levensbelang is voor de nucleaire industrie in het VK. Uit EURATOM stappen zou bovendien aanzienlijke economische schade kunnen opleveren. Daarnaast is het maar de vraag of het transport van medische isotopen gegarandeerd kan blijven als de huidige open grenzen dichtgaan. Dr. Nicola Strickland, president of the Royal College of Radiologists, liet in dit verband aan de Evening Standard weten dat zij niet voor een 'Brexatom' is als er geen goede afspraken worden gemaakt. EURATOM voorziet verder in garanties die het vrije reizen garandeert van medewerkers die aan gemeenschappelijke nucleaire onderzoeksprojecten in de EU deelnemen. De Brexit betekent voor hen een onzekere toekomst.

Dat de Britten met de Brexit ook

EURATOM de rug toekeren, is volgens verschillende bronnen niet alleen de wens van premier May, maar ook ingegeven door de Europese wetgeving. Een mogelijke oplossing is een zogenaamd 'associate membership' zoals ook met Zwitserland is overeengekomen of het leveren van een bijdrage aan een internationale instelling om zo een onafhankelijke regeling te treffen. Dame Sue Ion, erevoorzitter van de Nuclear Skills Academy: "Een associate membership is beter dan niets, maar het hangt af van wat er wordt overeengekomen." Normaal gesproken wordt zo'n membership alleen geassocieerd met het verkrijgen van toegang tot EURATOM-onderzoek, maar heeft het geen betrekking op de bredere voorzieningen zoals het transport van nucleair materiaal. De beste optie volgens Ion is dan ook om in het bestaande verband te blijven.

Bron: *The Guardian* **K**



CONSORTIUM PLAATST 'DEKSEL' IN TOKAMAK-GEBOUW ITER

Op elk niveau binnen de Tokamak-bioshield voeren bedrijven verschillende bouwtaken uit. Dit wordt op de ITER-locatie in Cadarache (F) de 'co-activity' genoemd en dat vereist een zorgvuldige coördinatie. In sommige gevallen moet voor een geslaagde co-activity een speciale installatie of constructie worden gemaakt om ervoor te zorgen dat alle mensen die bij de bouw betrokken zijn veilig kunnen werken. De bouw en plaatsing van het 'deksel' is daar een voorbeeld van.

De bioshield is het gebouw waarin uiteindelijk de Tokamak wordt geplaatst en waarin de kernfusie moet gaan plaatsvinden. De bioshield is een containment-gebouw en zorgt voor een complete afscherming van alle activiteiten in het gebouw dat weer onderdeel gaat uitmaken van een veel groter complex. Terwijl het werk vordert op de hogere niveaus van de enorme rondgebouwde bioshield gaat de bouw van de ondersteunende constructie voor de Tokamak van start op de begane grond (B2 slab). Om de mensen die aan het werk zijn op de lager gelegen niveaus te beschermen is een rond platform - het deksel - geïnstalleerd in augustus. Dit deksel wordt door een enorme stalen structuur ondersteund. Het deksel telt



➤ *Blik vanaf de onderzijde: de stalen structuur zal de mensen die werkzaam zijn op lager gelegen niveaus goed beschermen en dient ook als opslagplatform.*

drie openingen: één voor de verticale ondersteuningsconstructie van de centrale torenkraan en twee voor de kraanhaak waarmee materialen en gereedschappen in en uit de constructie gehesen kunnen



➤ *Zicht van bovenaf: het 'deksel' is op zijn plaats gebracht. Twee openingen maken het transport mogelijk van materiaal en gereedschap naar de begane grond voor de constructie van de 'kroon'.*

worden van en naar de begane grond. Eenmaal door de openingen gehesen, wordt het materiaal door een circulaire portaalkraan met een bereik van 360 graden verder verplaatst tot op het laagste niveau binnen de bioshield. Daarnaast functioneert het deksel als opslagplaats voor materialen die het VFR-consortium kan gebruiken voor de hoger gelegen niveaus van de bioshield.

Het VFR-consortium is een Frans-Spaans samenwerkingsverband van bedrijven die de opdracht in 2013 in de wacht sleepten na een aanbesteding voor de bouw van het complete Tokamak-complex: een 360.000 ton wegend gebouw waarin de Tokamak komt naast onder meer de tritiumgebouwen. Met de bouw is een bedrag van 300 miljoen euro gemoeid.

Bron: ITER



IN MEMORIAM STEPHEN TINDALE

De carrière van Stephen Tindale wordt gekenmerkt door veelzijdigheid, passie en verrassende wendingen. Zo was hij een invloedrijke figuur achter de schermen van de Labour partij, leidde hij als directeur het Britse Greenpeace en was hij de oprichter van de kritische website climateanswers.info. Hij maakte op 1 juli jongstleden een eind aan zijn leven.

The Guardian roemde in een artikel ter nagedachtenis aan Tindale zijn combinatie van socialistische principes en zijn passie voor het milieu. "Hij had een internationale visie, was pragmatisch over wat politiek haalbaar was en optimistisch over technologische oplossingen. Hij was succesvol als leider, eerst in de regering, later daarbuiten."

Tindale bracht zijn jeugd door in het Midden-Oosten en Afrika; zijn vader werkte voor het Britse Consulaat. Later studeerde hij filosofie en politiek & economie in Oxford. Hij begon zijn carrière bij het Ministerie van Buitenlandse Zaken maar stapte al snel over naar milieuzaken. Zo

werkte hij voor Friends of the Earth, was hij directeur van The Green Alliance en was hij werkzaam als bijzonder adviseur voor de politici van de Labour partij.

Vijf jaar leidde hij vol vuur de Britse tak van Greenpeace, van 2001 tot 2006. Hij was trots op zijn deelname aan ludieke acties zoals het planten van een vlag met de tekst 'Land Rover: Climate Criminals' op het terrein van het bedrijf in Solihull. De foto van zijn arrestatie na die actie hing ingelijst bij hem aan de muur. In 2006 verliet hij de organisatie omdat hij moeite had met de rigide opvattingen en luidruchtige manier van werken. Na zijn tijd bij Greenpeace werkte hij van 2010 tot 2015 voor het Centre for

European Reform (CER) als onderzoeker en consultant Milieubeleid.

Nu hij niet meer verbonden was aan Greenpeace kon hij zijn eigen mening over het milieu en het klimaat vrij verkondigen en hiertoe zette hij de website climateanswers.info op. Ook sprak hij zich als milieuvrijwilliger openlijk uit voor de inzet van kernenergie in de strijd tegen de klimaatverandering, dit tot ontzetting van zijn oud-collega's en vrienden van Greenpeace. Maar Tindale geloofde heilig in thoriumreactoren omdat deze minder schadelijk afval produceren. Later zou hij zich ook profileren als voorstander van genetische modificatie van gewassen en voor de winning van schaliegas. In maart van dit jaar was hij nog een van de keynote speakers op het Kernvisie Symposium The Nuclear Elephant. Zowel zijn persoonlijke verhaal als zijn rustige, bescheiden optreden maakte indruk op de aanwezigen en de organisatie. Stephen Tindale is 54 jaar geworden. Hij laat een zoon en een dochter achter.

Ellen Jelgersma

75 YEARS OF NUCLEAR REACTORS

A CHAIN REACTION OF APPLICATIONS

KIVI-NNS SYMPOSIUM
FRIDAY 3 NOVEMBER 2017
SCIENCE CENTER, TU DELFT

On December 2, 1942, Enrico Fermi and his co-workers succeeded in making the first man-made nuclear fission reactor critical. At this symposium, various speakers from the Netherlands and abroad will give an overview of important developments originating from this historical event.

Program

- 13:00 Coffee
- 13:30 Hugo Van Dam, TU Delft**
The life and work of Enrico Fermi
- 14:15 Mario Borst, RWE**
Nuclear power production
- 15:00 Andrew Jackson, European Spallation Source**
Fundamental research with neutrons
- 15:45 Coffee
- 16:15 Aidan Goldsworth, Rolls-Royce**
Marine Nuclear Propulsion
- 17:00 Syed M. Qaim, Forschungszentrum Juelich**
Medical applications of nuclear radiation
and isotopes
- 17:45 Closing session
- 18:00 Drinks and buffet
- 21:00 End



The symposium is free of charge and only accessible for members of KIVI, Netherlands Nuclear Society, Dutch Young Generation and Kernvisie. Registration before Wednesday October 25 via <https://www.kivi.nl/afdelingen/kerntechniek/activiteiten/activiteit/75-years-of-nuclear-reactors>. Places are limited and will be filled up on a first-come first-served base. More information and special requests can be get via email address: secr-nera-TNW@tudelft.nl