

# **KERNVISIE** MAGAZINE

**KERNVISIE  
SYMPOSIUM  
THE NUCLEAR  
ELEPHANT**

**NRG ONTWIKKELT  
SPECTACULAIRE  
MEETTECHNIEK**

**DUTCH YOUNG  
GENERATION  
BEZOEKT SCK•CEN**

**HUIDIGE MARKT  
REMT INVOERING  
DUURZAME ENERGIE**

# COLOFON

KernVisie magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**  
EEN ENERGIEK INITIATIEF

**JAARGANG 12, NUMMER 1, FEBRUARI 2017**

**KERNVISIE VERSCHIJNT TWEEAANDELIJKS**

**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. Schuuring, 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**

*Pier Stapersma - Credit: © 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.*

## **VOORWOORD**

# **THE NUCLEAR ELEPHANT; DAT MAG JE ALS LEZER VAN KERNVISIE NIET MISSEN!**



Een gelijk speelveld bij de elektriciteitsvoorziening raakt steeds verder weg. Volgens Pier Stapersma, senior researcher voor het Clingendael International Energy Programme (CIEP) is er een moeilijke marktsituatie ontstaan door de steeds groter wordende rol van subsidies. Is er nog een rol weggelegd voor nucleair? Grote investeringen bij nieuw nucleair lijken vaak een breekpunt. Maar volgens Stapersma is het kostenargument niet eens het primaire argument. Het eigenlijke argument is geworteld in de sociale acceptatie: er is onvoldoende draagvlak voor nucleair. Daar ligt dus een schone taak voor de Stichting Kernvisie. Op 3 maart vindt het door de Stichting Kernvisie georganiseerde symposium The Nuclear Elephant plaats. Een gelegenheid waarbij overtuigde voorstanders, felle tegenstanders, kritische twijfelaars en nieuwsgierige kenniszoekers met elkaar in debat kunnen gaan. Lijkt nucleair in Nederland op zijn retour, wereldwijd wordt er flink gebouwd en de ontwikkeling in de nucleaire techniek staat niet stil. Of zoals Stapersma het verwoordt: "Wie weet zijn we de Fransen op termijn nog dankbaar voor de ontwikkeling van de EPR-technologie die in CO<sub>2</sub>-vrije basislast kan voorzien." Meld je dus aan voor dit symposium met een aantal gerenommeerde sprekers uit binnen en buitenland en draag bij aan een zinvol debat!

André Versteegh  
voorzitter Stichting Kernvisie

# **X** INHOUD

## MAATSCHAPPIJ

### TRAGE INVOERING DUURZAME ENERGIE IN ELEKTRICITEITSMIX

Volgens Pier Stapersma, senior researcher voor het Clingendael International Energy Programme (CIEP) verloopt de invoering van meer duurzame energie traag. Voor kernenergie is er op dit moment weinig animo, maar wie weet zijn we de Fransen op termijn nog dankbaar voor de ontwikkeling van de EPR-technologie die in CO<sub>2</sub>-vrije basislast kan voorzien.



## ENERGIE

### NEDERLAND VIA NRG OPNIEUW AANGESLOTEN BIJ HALDEN PROJECT

Nederland heeft zich na bijna twintig jaar weer aangesloten bij het internationale Halden Reactor Project (HRP) in Noorwegen. Met dit initiatief neemt Nederland deel aan een internationaal samenwerkingsverband waarin twintig landen participeren en onderzoek doen naar processen in bestaande lichtwaterreactoren.

**P16**

## MEDISCH

### ANGST VOOR DE LAGE-DOSIS STRALING BIJ DIAGNOSES ONTERECHT

In The Journal of Nuclear Medicine beweren onderzoekers dat blootstelling aan medische straling voor diagnostische doeleinden het risico om kanker te krijgen niet verhoogt. Het wijdverbreide geloof dat kleine doses straling voor medische beeldvorming kanker veroorzaakt, is gebaseerd op een niet accurate, 70 jaar oude hypothese.



### **P12** INBEELD

Vóór de World Cancer Day, ondertekenden de IAEA en de IFPMA een overeenkomst om gezondheidsprofessionals op te leiden in lage- en middeninkomenslanden.

### **P16** BOEKBESPREKING

In The non-solutions project haalt auteur Mathijs Beckers de aanname van professor Mark Z. Jacobson onderuit.

### **P17** MEDISCH

Harrie Buurlage, de nieuwe directeur van NRG ziet op termijn een toenemende vraag naar behandelisotopen.

### **P22** COLUMN

Aliki van Heek over de voor- en nadelen van digitale ontmoetingen.



## **X** P19 ENERGIE

### NRG ONTWIKKELT SPECTACULAIRE MEETTECHNIEK

NRG is erin geslaagd een instrument te ontwerpen en te bouwen waarmee dimensieverandering van materialen bij hoge temperaturen en hoge stralingsdoses in de HFR tot op de micrometer nauwkeurig is te meten. Steven Knol en Ralph Hania, beiden als splijtstofexperts en consultants bij NRG werkzaam lichten de nieuwe faciliteit toe. "Het is een wereldprimeur."



MAATSCHAPPIJ



# TRAGE INVOERING DUURZAME ENERGIE IN ELEKTRICITEITSMIX

**De invoering van meer duurzame energie in de huidige elektriciteitsmix verloopt traag. Volgens Pier Stapersma, senior researcher voor het Clingendael International Energy Programme (CIEP) is er bovendien een moeilijke marktsituatie ontstaan door de steeds groter wordende rol van subsidies in de markt. “De overheid is weer erg sturend geworden in relatie tot energie-investeringen, in zekere zin een breuk met de eerder ingezette route van marktliberalisering.” Kansen voor verduurzaming zijn er met meer aandacht voor warmtekrachtkoppeling en een overstap naar elektrisch rijden. En, wie weet zijn we de Fransen op termijn nog dankbaar voor de ontwikkeling van de EPR-technologie die in CO<sub>2</sub>-vrije basislast kan voorzien.**

Het lijkt net alsof er enorme stappen worden gemaakt met de energietransitie, maar de bijdrage van duurzame bronnen aan de energiemix is tot nu toe nog beperkt gebleven. Zo zeer zelfs dat de jonge generatie die zich op dit moment over de materie buigt het idee heeft dat het probleem van CO<sub>2</sub>-emissies en de gevolgen daarvan voor het klimaat van zeer recente datum is. Stapersma: “Uiteraard wordt er in de laatste jaren wel beduidend meer tempo gemaakt met de invoering van duurzame energie. Maar het feit dat vergroening van het energiesysteem niet zo snel gaat, is iets om in het beleidsveld rekening mee te houden.” Een factor die heeft gewerkt als rem op ontwikkeling was de afwezigheid van een verdienmodel voor investeerders. “Het verdienmodel dat ontstaan is, is afhankelijk van de subsidieregimes voor zonne- en windenergie. Dit leidt soms tot twijfel bij marktpartijen, omdat zij onzeker zijn over de toekomstbestendigheid van die subsidieregimes. Maar ondanks de


beperkte bijdrage van duurzame bronnen in het totaal heeft het de markt wel degelijk op zijn kop gezet.”

#### **PRIJSPRIKKEL VOOR INVESTERINGEN ONTBREEKT**

De stroomvraag is in de afgelopen jaren vrij stabiel gebleven. Al is recentelijk wel een lichte stijging te constateren. Op termijn zou een stijging zich kunnen doorzetten, als gevolg van een toename van het aantal elektrische auto's en verwarming met warmtepompen. Elektrificatie van transport en verwarming dus. Daarnaast neemt de energie-efficiëntie toe. Als je dan puur kijkt naar het opgestelde productievermogen, in relatie tot de vraag, dan heeft de elektriciteitsmarkt strikt genomen op dit moment geen behoefte aan meer opwekcapaciteit. Dat compliceert volgens Stapersma de uitbreiding van de hoeveelheid duurzame opwekcapaciteit. “Dit werkt verstorend op de invoering van duurzame energie.” Hij verwijst daarbij naar de groothandelsprijzen die de basisinkomsten zijn voor de

elektriciteitsproductiebedrijven. “Er komt alleen maar meer aanbod bij als gevolg van het subsidieregime. Het punt alleen is dat de beschikbare capaciteit niet zomaar verdwijnt.” Na het ondertekenen van het energieakkoord is overeengekomen om een aantal oude centrales te sluiten. Die afspraken deden volgens hem al wat wenkbrauwen fronzen vanuit mededingingsoptiek. “Maar als je dermate grootschalig wind en zon aan het uitrollen bent, dan moet je capaciteit uit het bestaande systeem halen.” Duitsland is wat dat betreft voor Stapersma een voorbeeld: “In Duitsland is een enorme hoeveelheid opwekcapaciteit in de markt met lage opwekkosten en dat leidt tot lage groothandelsprijzen. Daarmee is er vanuit de markt geen prijsprikkel om te investeren in nieuwe capaciteit. De enige investeringen die plaatsvinden, vinden plaats omdat er gegarandeerde afnamecontracten met prijsgaranties voor duurzame energie bestaan.” Hoe gaan die handelsprijzen weer omhoog? “Wanneer er een ‘normale’ situatie van vraag-en-aanbod ontstaat en de CO<sub>2</sub>-beprijzing omhoog gaat, want die is van invloed op de marginale kosten. Met andere woorden: pas na het uit bedrijf nemen van oude capaciteit in combinatie met geloofwaardige CO<sub>2</sub>-beprijzing kunnen prijssignalen vanuit de elektriciteitsmarkt weer een grotere rol gaan spelen bij investeringen.”

#### **WKK EN KERNCENTRALES TUSSEN WAL EN SCHIP**

Een andere beperking in de duurzame ontwikkeling voor de Nederlandse situatie is de positie van warmtekrachtkoppeling (WKK), die niet kan rekenen op eenzelfde stimuleringsregime als duurzame energie. Uit een 2013 CBS-publicatie blijkt dat WKKs 180 PJ (Petajoule) produceerden. Totale Nederlandse elektriciteitsproductie was 100 TWh (TeraWattuur), wat gelijk staat aan 360 PJ. In 2013 was WKK dus verantwoordelijk voor maar liefst de helft 

van de elektriciteitsproductie. Het overgrote deel van de opgewekte elektriciteit in Nederland wordt geproduceerd door verbranding van fossiele brandstoffen. De warmte die daarbij ontstaat, kan worden ingezet voor toepassing van WKK. Hierdoor wordt een hoger rendement uit brandstoffen bewerkstelligd en dat beperkt de uitstoot van broeikasgassen zoals kooldioxide (CO<sub>2</sub>). WKK levert daardoor een belangrijke bijdrage aan het behalen van de energiedoelstellingen. Stapersma: "Het is belangrijk om in te zien dat er een grote warmtevraag in de industrie is. Ik zie dat er heel veel subsidie naar

✎ *Pier Stapersma*

de uitrol van windenergie gaat, terwijl er in de afgelopen jaren weinig aandacht voor bestaande WKK is geweest. De bedrijfseconomische case voor WKK is sterk afhankelijk van groothandelsprijzen van elektriciteit en valt hierdoor tussen wal en schip." Dat geldt ook voor kerncentrales die last hebben van de lage prijzen. "De kerncentrale in Borssele lijdt daaronder, maar dat geldt ook voor bijvoorbeeld de kerncentrales in Zweden terwijl ze, net als in het geval van WKK, een grote bijdrage leveren aan beperking van CO<sub>2</sub>-emissies." Op de lange termijn moet je idealiter naar een situatie van groothandelsprijzen die een afspiegeling zijn van vraag en aanbod en van kosten en baten. Maar daar zijn we door de lage

CO<sub>2</sub>-prijzen en het subsidieregime verder vanaf dan ooit. Overigens is Stapersma niet negatief over windenergie. "Het opwekprofiel van wind op zee is positief. Ook de aansluiting op het net is door de clustering van parken overzichtelijk." Als nadeel noemt hij dat er wel een volledige back-up-capaciteit noodzakelijk is voor de periodes waarin het niet (voldoende) waait. Een groter probleem ziet hij in de decentraal opgewekte stroom. "Zon heeft een complexer opwekprofiel, het is geconcentreerder en piekt veel meer wat de stabiliteit van het systeem niet ten goede komt. Maar in potentie is zon veelbelovend, het krijgt 'vorm' op de wereldmarkt en veel publieke steun", licht Stapersma toe.



## KANSEN VOOR ELEKTRISCHE AUTO'S

Voor de toekomst ziet Stapersma zeker kansen voor windenergie, ondanks het feit dat het nu nog schort aan opslagmogelijkheden voor stroom. "Ik ben hoopvol waar het gaat om de vooruitgang met name in het elektrische vervoer. Want als mensen mij nu vragen of het goed is om een batterij voor opslag te kopen, raad ik aan nog even te wachten tot ze er een op vier wielen kunnen kopen." Hij ziet een enkele elektrische auto niet als panacee voor CO<sub>2</sub>-reductie, maar mogelijk wel kansen voor een poel van flexibele batterijen. "Ik zie 't wel degelijk bewegen. Elektrische auto's lossen meer dan één probleem op: ze bieden mobiliteit, in potentie minder CO<sub>2</sub>-uitstoot en zijn beter voor de

lokale luchtkwaliteit in steden." Als voorbeeld noemt hij China dat tevens relatief arm is aan aardolie, waar elektrische auto's een bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van importen van aardolie. En de enorme kolenvoorraad van de Chinezen? "Dat kan er inderdaad toe lijden dat elektrisch rijden groeit in China, terwijl de elektriciteit wordt opgewekt met kolencentrales, wat volstrekt haaks staat op effectief CO<sub>2</sub>-beleid." Zolang de opslag van energie nog onvoldoende is, blijft de link tussen duurzaam en fossiel als back-up in stand. Wat er ook komt, het kost allemaal geld. Bij een energietransitie zullen bestaande opwekmogelijkheden versneld moeten worden afgeschreven. Wanneer de gevolgen economisch te groot zijn, dan zal de afschrijving, mogelijk op termijn,

niet doorgaan. De kosteneffectiviteit blijft bepalend.

## FRANSE ONTWIKKELING EPR TOEJUICHEN

Duitsland heeft tientallen miljarden geïnvesteerd in windenergie terwijl grote investeringen bij nieuw nucleair vaak een breekpunt zijn. "Het kostenargument is mijns inziens niet het primaire argument. Het eigenlijke argument is geworteld in de sociale acceptatie: er is geen draagvlak voor nucleair."

Nieuwbouw is natuurlijk duur. Stapersma wijst hierbij op de ontwikkeling bij Hinkley Point. "Vooral de lange termijn verplichting van 35 jaar toegespitst op één project dat de Britse overheid aangaat, maakt Hinkley





© igolby/Shutterstock, Inc.

➤ *“Vooral de lange termijn verplichting van 35 jaar toegespitst op één project dat de Britse overheid aangaat, maakt Hinkley Point zo controversieel.*

Point zo controversieel. Wind op zee is wat dat betreft overzichtelijker, omdat subsidies een kortere looptijd hebben en de uitrol meer gefaseerd kan.” Ondanks de hoge kosten, biedt dat volgens hem meer ruimte aan voortschrijdend inzicht. Stapersma ziet dat er soms om de significante rol van kernenergie in de Europese energiemix heen wordt gedanst. “We zien dat de vloot aan kerncentrales in Europa veroudert, tegen een achtergrond van potentieel steeds strenger wordend klimaatbeleid. Vanuit dat licht bezien, juich ik de Fransen toe met de ontwikkeling en de bouw van de nieuwe generatie EPR-kerncentrales. Het zou er zo maar eens van kunnen komen dat we de Fransen in de toekomst dankbaar zijn dat zij de stap in nieuw nucleair wel hebben durven nemen.”

Ondertussen faseren de Duitsers kernenergie als onderdeel van de Energiewende uit en ‘worstelen’ ze met hun kolencentrales die, om aan de

CO<sub>2</sub>-emissiedoelen te komen, moeten sluiten. Voor Stapersma is die uifasering van nucleair nog geen gelopen race. Wat hem bijvoorbeeld opvalt, is dat de opkomende partij AfD (Alternative für Deutschland) helemaal niets heeft met de Energiewende. “Het hoeft uiteindelijk niet de AfD te zijn die het beleid bepaalt, maar andere partijen zullen mogelijk uit electorale overwegingen bepaalde argumenten van de AfD tegen de Energiewende overnemen. Je kan allemaal interessante Roadmaps bedenken, maar de wereld blijft onvoorspelbaar.” Er zijn drie basiswaarden voor energie: betaalbaarheid, betrouwbaarheid en duurzaamheid. “Je ziet dat de focus in de afgelopen jaren is verschoven naar de tweede en de derde waarde, maar het is onrustig in Europa op vele terreinen en je kunt niet uitsluiten dat de prioriteit van energiebeleid opnieuw verlegd wordt.” **K**

*Menno Jelgersma.*

### **PIER STAPERSMA**

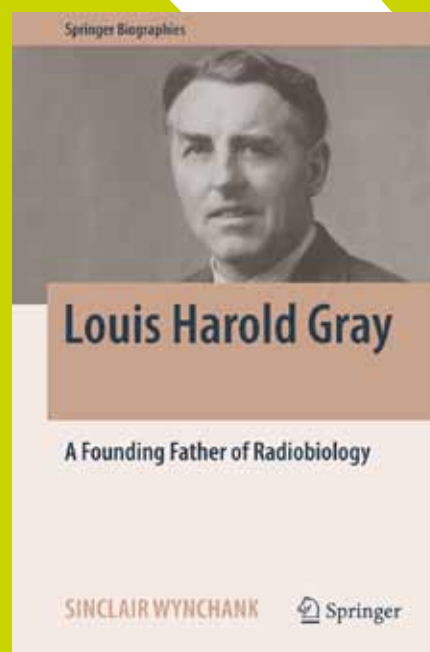
Pier Stapersma (1980) werkt sinds 2012 als Senior voor het Clingendael International Energy Programme (CIEP) in Den Haag.). Hij heeft onder meer gepubliceerd over de economische situatie in de noordwest Europese elektriciteitsmarkt en over recente ontwikkelingen in de wereldwijde waardeketen van zonne-energie die tot enorme kostendalingen hebben geleid. Voor Stapersma bij Clingendael terecht kwam, werkte hij als Business Analyst voor de afdeling Strategie en Beleid van DELTA N.V. en droeg bij aan het ontwikkelen van lange termijn visies op energiemarkten en energiebeleid. Na het behalen van een Bachelor of Science in de Technische Informatica aan de Universiteit Twente, heeft hij een Master of Science op het gebied van Bestuurskunde afgerond, bij het Centrum voor Schone Technologie en Milieubeleid (CSTM) van diezelfde universiteit.



# LOUIS HAROLD GRAY – A FOUNDING FATHER OF RADIOBIOLOGY

**Je realiseert het je natuurlijk niet wanneer de tandarts een Röntgenfoto van je gebit maakt, maar het feit dat je die activiteit veilig kunt ondergaan is onder meer te danken aan het werk van Louis Harold (Hal) Gray. Het is dezelfde Gray als die van het symbool Gy, de SI-eenheid van hoeveelheid geabsorbeerde ioniserende straling. Onlangs verscheen in de serie 'Springer Biographies': Louis Harold Gray – a Founding Father of Radiobiology.**

Hal Gray is de grondlegger van de radiobiologie. Hij was een van de eersten die de effecten van radioactieve straling op levende wezens onderzocht en geldt als de stichter van de radiobiologie. Hij werkte onder meer aan een eenheid voor geabsorbeerde stralingsdosis die later naar hem vernoemd werd. In de uitgebreide biografie gaat Sinclair Wynschanck in op het leven en werken van Hal, zoals Louis Harold wordt genoemd. Gray werd in 1905 geboren in Zuid-Londen. Hij was enig kind en blonk al snel uit op school. Op advies van zijn middelbare school lieten zijn ouders hem een test doen om hem in staat te stellen te kunnen studeren wat anders door gebrek aan financiële middelen niet mogelijk geweest zou zijn. Dit resulteerde in zijn scholing van 1924-1927 aan het Trinity College Cambridge (Senior Scholar), waar hij zijn universitaire graad in natuurkunde behaalde. Zijn werk bij Cavendish Labs, Cambridge leidde tot zijn promotie in 1930. Wynschanck gaat uitgebreid in op het persoonlijke leven van Hal en op zijn wetenschappelijk carrière. Het boek leest



daardoor makkelijk weg, anekdotes worden afgewisseld met serieuze onderwerpen. Zo leer je Hal ook kennen als iemand met een onbevagen houding in nieuwe situaties die soms leidden tot wonderlijke voorvallen zoals tijdens een wandeltocht in Zuid-Duitsland toen hij een oude boerin wilde helpen met het tillen van een takkenbos (zijn Duits was niet best en hij zag er nogal 'buitenlands' uit). De oude vrouw zette het op een lopen omdat ze dacht beroofd te worden.

## BRAGG-GRAY

Gray was bekend met de gevolgen van neutrontherapie die voor de oorlog in de VS (Californië) behoorlijk wat schade had berokkend. Voor hem stond voorop dat eerst het radiobiologisch werk moest zijn afgerond voordat patiënten onderworpen konden worden aan bestraling. Het kostte hem zelfs zijn baan bij het Radiotherapeutic Research Unit omdat zijn baas de nieuwe cyclotron wilde inzetten voor bestralingen en aansluitend radiobiologische observaties doen. Het beschermen van patiëntenbelangen stond voor Gray voorop. In Grays eerste publicatie uit 1929 staat de methode van berekenen van de doses Röntgenstraling om iemand te bestralen; de cavity ionisation principle. Het was een baanbrekende methode omdat het mogelijk maakte om een Röntgenfoto te nemen en om te bepalen wat de doses was geweest en die later bekend werd onder de Bragg-Gray vergelijking (1936) de meetmethode voor de absorptie van gammastraling door materialen. Louis Harold Gray - ✎

A Founding Father of Radiobiology geeft veel leesbare en interessante informatie over zowel Gray als de geschiedenis van de radiobiologie. Het vertelt het verhaal van Gray als kind, zijn sociale en werkzame leven, zijn reizen en zijn overlijden in 1965 aan de gevolgen van een beroerte. In de appendix gaat de schrijver in korte teksten nog dieper in op onder meer: radiobiologie, radiotherapie en ionisatie en geeft adviezen aan hen die nog meer over het onderwerp willen lezen. **K**

Menno Jelgersma

**LOUIS HAROLD GRAY**  
**A FOUNDING FATHER OF RADIOBIOLOGY**

Auteur: **Sinclair Wynchank**

Uitgever: **Springer International Publishing**

ISBN: **978-3-319-43397-4**

Pagina's: **XV, 137**

eBook: **€ 59,49**

Hardcover: **€ 74,19**

<http://www.springer.com/gp/book/9783319433967>



## **DYG BEZOEKT BELGISCH SCK • CEN**

**Dinsdagavond 25 oktober 2016 vertrok een delegatie DYG-ers met vertegenwoordigers van verschillende Nederlandse instituten richting onze zuiderburen voor een 2-daags bezoek aan het Belgische Studiecetrum voor Kernenergie in Mol. Bij aankomst in het hotel was er nog tijd om even het bruisende nachtleven van Lommel te verkennen. Na enige teleurstelling over de stapmogelijkheden in een klein Belgisch dorp op een dinsdagavond werd er gelukkig nog een plek gevonden waar de couleur lokale geproefd kon worden met de beroemde Belgische bieren.**

De volgende dag stond de groep vroeg op en kwam na een kleine verwaalactie op het uitgebreide terrein van SCK aan bij 'The Lakehouse', het eigen conferentiecentrum op terrein van het instituut. Daar begon de eerste dag van het bezoek met de 'Technical workshop on BR2 past and future'. Tijdens een aantal praatjes werd het unieke karakter van deze reactor belicht, waar brandstofstaven en onderzoeksfaciliteiten in een beryllium matrix worden geplaatst. Er werd ingegaan op het onderzoek dat hier uitgevoerd is op de effecten van de haarscheurtjes in de reactordrukvaten van Doel 3 en Thiange 2, dat heeft bijgedragen aan het positieve oordeel van de Belgische

toezichter FANC en daarmee het weer in werking kunnen stellen van deze twee reactoren. Ook werd er ingegaan op de fusiereactor technologie achter ITER, waarvoor de BR2 een deel van het bestralingsonderzoek uitvoert.

Na een exotisch uitstapje naar de wereld van theoretische deeltjesfysica (Solid, een van de meer fundamentele onderzoekprogramma's richt zich op waarneming van oscillatie van de van de reactor afkomstige neutrino's), was het tijd voor de kers op de taart, het bezoek aan de reactor zelf. De groep kreeg toegang tot het heilige der heiligen en kon van bovenaf naar de kern kijken, waar de bestralingsfaciliteiten mooi werden belicht door Tsierenkovstraling.

Na de lunch waren er nog een aantal interessante praatjes, onder andere over de mogelijkheid om over te stappen op laag-verrijkt uranium als brandstof, de productie van radio-isotopen en andere medische toepassingen van straling. Na de afsluiting

van het formele gedeelte konden er nog Belgische biertjes worden geproefd en is de DYG-delegatie samen met een aantal Belgische jongeren uit eten gegaan en werd er gebowld.

De volgende dag sloten we aan bij het 'Yes-I-Dol' event, waar het Belgian Nuclear higher Education Network studenten aanmoedigde een carrière in de nucleaire technologie na te streven. De DYG'ers konden de Belgen vertellen hoe het was om in nucleair te werken, en konden mee op de twee technische bezoeken.

Het eerste aan de onderzoekshal voor de MYRRA reactor, waar verschillende opstellingen staan in voorbereiding op de bouw van de geplande nieuwe onderzoeksreactor van België. Dit zal de eerste reactor zijn die gekoeld wordt met bismutlood, en kan opereren in zowel kritieke als sub-kritieke modus, waarbij de reactor aangedreven wordt door een neutronenbron via spallatie van versnelde protonen. Het bijzondere aan deze reactor

is dat deze gebruikt kan worden om het hoog radioactief afval waarvan nu een aantal 100.000 jaar opgeslagen dient te worden kan verminderen naar een paar honderd jaar. Het tweede bezoek was aan de HADES faciliteit. In dit lab 250 meter onder de grond worden de Belgische plannen voor eindberging in klei onderzocht. Na een afdaling in een mijnenlift (metalen kooi) naar 250 meter diepte zijn verschillende opstelling bezocht waarbij onderzocht wordt of deze laag voldoende geschikt is voor de eindberging. Na weer bovengronds te zijn gekomen was het 2daagse bezoek helaas al weer voorbij. De DYG'ers vertrokken weer naar het eigen land, met goede herinneringen aan deze mooie ervaring. SCK•CEN is een interessant instituut, waar excellent onderzoek wordt gedaan door middel van de vele experimentele opstellingen, en de gedrevenheid van de staf. Een leuk kijkje in de keuken bij onze zuiderburen, waar we zeker wat van hebben kunnen leren! **K**



## ➤ TWEE DAAGSE EXCURSIE NAAR MÜLLHEIM-KÄRLICH

**In mei is het KIVI/NNS van plan een excursie/symposium naar de stilgelegde kerncentrale Müllheim-Kärlich (MHK) te organiseren. De RWE centrale ligt tussen Bonn en Karlsruhe.**

De precieze datum is nog niet vastgesteld, maar we zijn van plan op een donderdagmiddag met een bus vanuit Nederland naar Duitsland te reizen en de nacht door te brengen in

een hotel in de buurt. s' Morgens wordt er op het centrale-terrein een symposium georganiseerd, met als thema 'Decommissioning of nuclear power plants'. Na de lunch wordt in kleine

groepen de centrale bezocht, waarbij u de decommissioning werkzaamheden kunt aanschouwen en waarbij door plaatselijk experts e.e.a. wordt uitgelegd. Op dit moment zijn de sprekers nog niet helemaal vastgelegd, maar het is het plan om sprekers van EON, RWE, Vattenfall en Doodewaard uit te nodigen. Ook de kosten voor de deelnemers zijn nog niet vastgesteld. We denken dat we deze beperkt kunnen houden. Op dit moment denken we aan de data 11/12 of 18/19 mei. Om de benodigde capaciteit voor deze excursie/symposium vast te stellen, zouden we het op prijs stellen dat u uw interesse voor deelname meldt bij de organisatie. Verder s.v.p. aangeven of u dan gebruik zult maken van de bus of hotel. U kunt hiervoor het volgende email adres gebruiken: [mario.vanderborst@rwe.com](mailto:mario.vanderborst@rwe.com). **K**

## INBEELD

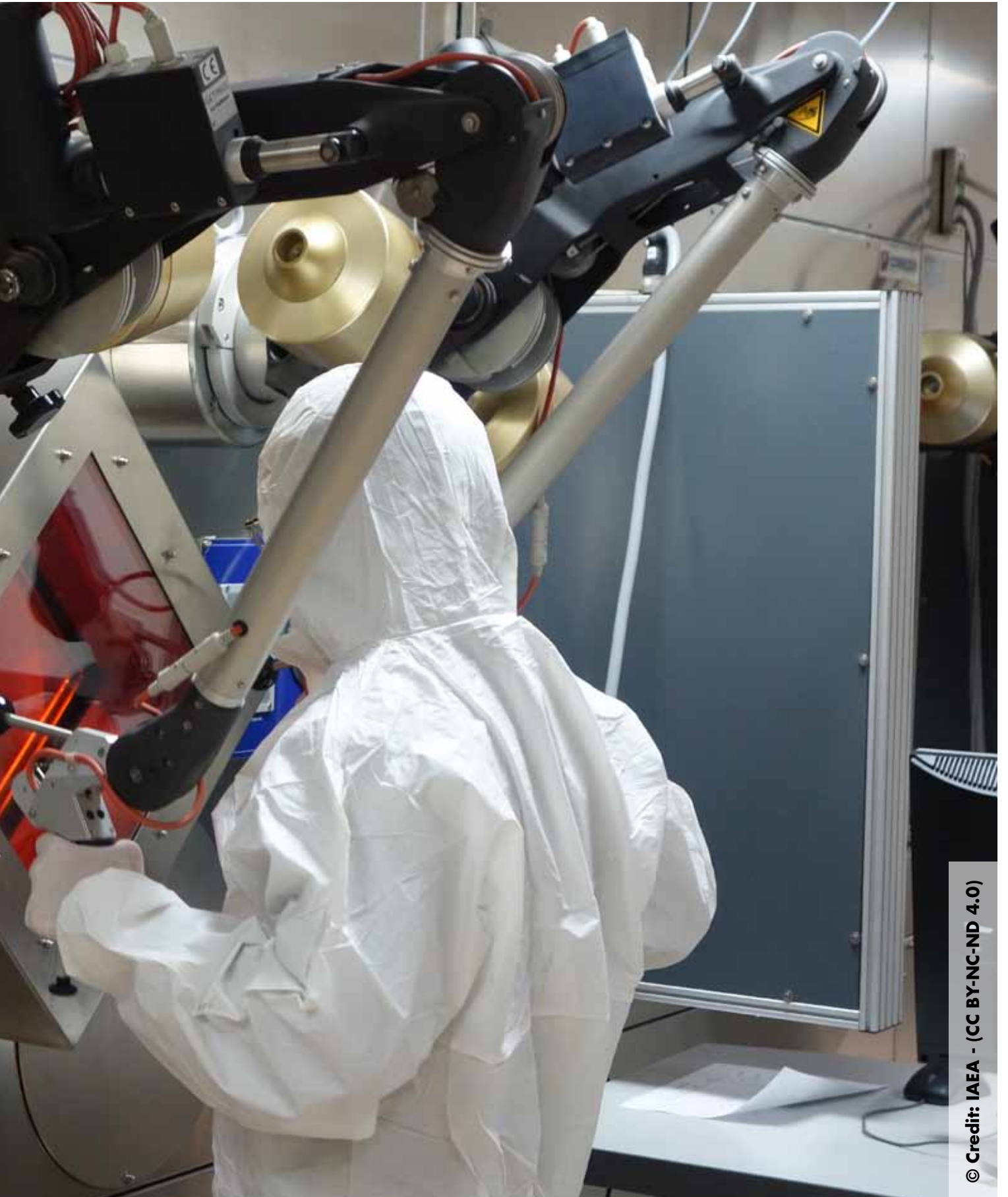
### IAEA ONDERSTEUNT ONTWIKKELING KANKERZORG ARME LANDEN

In de aanloop van de World Cancer Day die begin februari in Genève plaatsvond, ondertekenden de IAEA en de Internationale Federatie van Farmaceutische Fabrikanten (IFPMA) een overeenkomst om gezondheidsprofessionals op te leiden en de inspanningen van de kankerzorg in lage- en middeninkomenslanden op te voeren. Dit is vooral belangrijk omdat dit de landen zijn waar veel mensen geen toegang hebben tot de basiszorg van diagnose en behandeling van kanker.

De samenwerking zal zich aanvankelijk richten op de IAEA's Virtual University for Cancer Control (VUCCnet). Dit e-learning platform voorziet medici van aangepaste, hoogkwalitatieve en gratis opleidingen voor alle stadia van kankerzorg. Na een succesvolle proeffase waarin 500 Afrikaanse gezondheidsprofessionals werden opgeleid - wat aan ongeveer 10.000 kankerpatiënten ten goede is gekomen in Ghana, Oeganda, Tanzania en Zambia - wordt VUCCnet naar verwachting uitgebreid in 33 Afrikaanse landen ten zuiden van de Sahara.

Wereldwijd overlijden jaarlijks meer dan 8,2 miljoen mensen aan de gevolgen van kanker. Dat is meer dan de slachtoffers van HIV/AIDS, tuberculose en malaria bij elkaar. De lage en midden inkomenslanden (LMICs) dragen de last van de kankerepidemie. Het International Agency for Cancer Research (IARC) geeft aan dat meer dan de helft van de nieuwe kankergevallen in de LMIC-landen voorkomt en schat dat dit tot 60 percent kan toenemen tot 2020. LMIC-landen hebben echter slechts 5 percent van de totale mondiale middelen tot hun beschikking om gerichte zorg te verlenen. De demografische en levensstijlveranderingen gekoppeld aan gebrekkige of niet-bestaande infrastructuur van kankerzorg en een tekort aan behoorlijk opgeleide medische arbeidskrachten, maken de situatie nog dringender. De IAEA schat dat er meer dan 5.000 radiotherapeutische apparaten nodig zijn in LMICs om aan de huidige vraag naar kankerzorg te voldoen. Naast deze essentiële voorzieningen zijn er ook nog eens duizenden extra oncologen, radiologen en stralingstherapeuten nodig voor een adequate zorg. Thomas Cueni, IFPMA Director General: "Met gerichte programma's zoals het VUCCnet dragen we bij aan nieuwe samenwerkingsverbanden en stimuleren we middelen en kennis die nodig zijn om het landen mogelijk te maken de toenemende last van niet-overdraagbare ziektes tegen te gaan."

Bron: IAEA



© Credit: IAEA - (CC BY-NC-ND 4.0)



© Credit: NRG

© FinnWikiNo - Credit: IFE

## NEDERLAND VIA NRG OPNIEUW AANGESLOTEN BIJ HALDEN PROJECT

**Nederland heeft zich na bijna twintig jaar weer aangesloten bij het internationale Halden Reactor Project (HRP) in Noorwegen. Met dit initiatief neemt Nederland deel aan een internationaal samenwerkingsverband waarin twintig landen participeren en onderzoek doen naar processen in bestaande lichtwaterreactoren. Geert-Jan de Haas, programma manager research NRG: "Je kunt zelf proberen het wiel opnieuw uit te vinden, maar het is verstandiger om bij een lopend onderzoeksprogramma aan te sluiten en daaraan gericht bij te dragen."**

Het HRP is een samenwerkingsverband van twintig landen die gezamenlijk bijdragen aan een onderzoeksprogramma, onder auspiciën van de OECD, voor veilig en

betrouwbaar bedrijf van kerncentrales. Het programma richt zich op processen in de huidige generatie lichtwaterreactoren zoals de Kerncentrale Borssele. Omdat de KCB

tot 2033 in bedrijf blijft, is het ook voor Nederland van belang het kennisniveau van de bestaande nucleaire technologieën op peil te houden.

### NUCLEAIRE KENNISINFRASTRUCTUUR

Nederland maakte tot 1999 ook al deel uit van het HRP. De animo om aan een internationaal samenwerkingsverband als Halden bij te dragen kwam in die tijd op een laag pitje te staan. De Haas: "Het was de periode dat NRG werd opgericht en nucleair nou niet echt een bijzonder sexy uitstraling had." De focus kwam meer op toekomstige reactoren te liggen. Nu is de situatie anders. "Het toegenomen belang van onderzoek rond nucleaire veiligheid in de huidige generatie reactoren na het ongeval in Fukushima, en de erkenning van

**K** Foto links: Geertjan de Haas

minister Kamp van de strategische positie van NRG op dit gebied, is de reden dat het ministerie van Economische Zaken (EZ) extra subsidie beschikbaar heeft gesteld om deel te kunnen nemen aan het HRP”, aldus De Haas. Voor het huidige driejarige programma gaat het om 541.000 euro. De OECD heeft de uitvoering ervan ‘belegd’ bij IFE (Institute For Energy Technology) in Halden en Kjeller. De Haas: “IFE is als organisatie vergelijkbaar met ECN-NRG en heeft een soortgelijke metamorfose ondergaan van nucleair naar een organisatie waarin ook andere disciplines zoals wind- en zonne-energie zitten.”

### GROTERE SLAGKRACHT

De Haas noemt een aantal redenen waarom hij het initiatief nam om het samenwerkingsverband weer nieuw leven in te blazen. “Het budget van het EZS-programma waarvan ik programmamanager ben, is de afgelopen jaren met dertig procent gereduceerd wat je mogelijkheden beperkt. Door het hernieuwde lidmaatschap wordt onze slagkracht juist weer groter. De betaling van het lidmaatschap door EZ in combinatie met een bijdrage vanuit het EZS programma door onder andere een medewerker vanuit NRG naar Noorwegen te sturen, levert ons een veelvoud aan kennis en ervaring op, die ten goede komt aan de gehele nucleaire sector in Nederland.”

In het verleden heeft NRG veel onderzoek verricht naar Gen IV-reactoren, HTR-reactoren, grafietonderzoek en transmutatie. “Wat je nu ziet gebeuren is dat er na Fukushima juist veel meer aandacht uitgaat naar veiligheid bij de huidige generatie reactoren. En dat is ook bij ons een steeds belangrijker pijler geworden. Nu kan je het wiel opnieuw proberen uit te vinden, maar je kunt ook de krachten bundelen door bij een bestaand programma aan te sluiten”, licht De Haas

toe. Dat was een reden waarom hij al in 2013 startte met eerste gesprekken over de mogelijkheid om weer bij het HRP aan te sluiten.

### SECONDEE

Om aan het HRP deel te nemen, betaalt een land een bedrag dat o.a. afhankelijk is van de grootte van de nucleaire sector in het land. Nederland betaalt daardoor minder dan bijvoorbeeld Frankrijk. Van het geld dat landen inleggen plus een bijdrage van Noorwegen wordt een gezamenlijk programma opgezet dat de leden zelf samenstellen. De Haas: “Er is een management board die wordt ondersteund door diverse werkgroepen die een onderzoeksprogramma voor drie jaar vaststellen. Het is daarbij wel van belang dat je als deelnemend land zelf mensen afvaardigt.” Waren het vroeger meer de seniors die naar Halden afreisden, tegenwoordig zijn het juist vaak de jongere wetenschappers die ter plaatse ervaring op kunnen doen.

Het inzetten van deze zogenaamde gedetacheerde personeelsleden of secondees heeft daarmee een tweeledige functie gekregen volgens De Haas. “Je toont je betrokkenheid door het steunen van het programma en de secondee heeft een leerplek.” Niet dat de secondee geheel onbeslagen ten ijs komt. “Er zullen verscheidene mensen van ons nu al naar Noorwegen gaan om kennis te maken; voor de actieve deelname aan het programma gaat Fitriana Nindiyasari naar Halden. Zij is gepromoveerd in de fysica en door haar een plek in Halden aan te bieden krijgt zij de gelegenheid een steile leercurve door te maken.”

### DIGITALE BIBLIOTHEEK

Met de deelname aan HRP positioneert NRG en daarmee Nederland zich bij de grote spelers op het gebied van nucleair waaronder Japan, Groot-Brittannië, Frankrijk en de VS. “Het interessante voor ons is ook dat je niet alleen deelt in het

komende programma, maar dat ook de complete digitale bibliotheek die in de afgelopen vijftig jaar is opgebouwd voor ons opengaat.” Ook wijst De Haas erop dat Halden een soort marktplaats is waar R&D de industrie ontmoet.

NRG zal meewerken aan het programma Accident Tolerant Fuels (ATF) voor huidige generatie kernreactoren (Gen. II). Binnen het onderzoek van ATF wordt onder meer gewerkt aan de ontwikkeling van splijtstofmateriaal – en de omhullende cladding - waarbij de kans op waterstofexplosies wordt verkleind. Dergelijke explosies vonden plaats toen ten gevolge van de aardbeving en tsunami in 2011 de reactorkernen van de Fukushima Daiichi kerncentrale droog kwamen te staan met waterstofexplosies als gevolg. “Het experiment moet uitwijzen hoe we splijtstof zo kunnen aanpassen dat we meer tijd krijgen om te reageren als een dergelijk scenario zich weer voor zou kunnen doen.” De nucleaire experimenten vinden plaats met real time-metingen die online worden gedeeld. Zo kan op kleine schaal worden gesimuleerd en direct gedeeld wat er gebeurt met splijtstof die in een reactor droog komt te staan.

NRG benadrukt dat onderzoeksreactoren zoals in Petten en Halden van groot belang zijn om aan betrouwbare data te komen, nucleaire materialen te testen en modellen te valideren. De Haas: “In deze tijd is het belangrijk de agenda te richten op de huidige generatie kernreactoren. Als je je onderzoeksbudget zo efficiënt mogelijk wilt inzetten, kom je bij Halden uit.” Naast actieve deelname aan het experimentele splijtstofonderzoek zijn er inmiddels ook gesprekken gaande over betrokkenheid bij het onderzoek op het gebied van decommissioning en digitale I&C. In de komende maanden zal duidelijk worden hoe deelname op die gebieden vorm en inhoud zal krijgen. **K**

*Menno Jelgersma.*

# THE NON-SOLUTIONS PROJECT

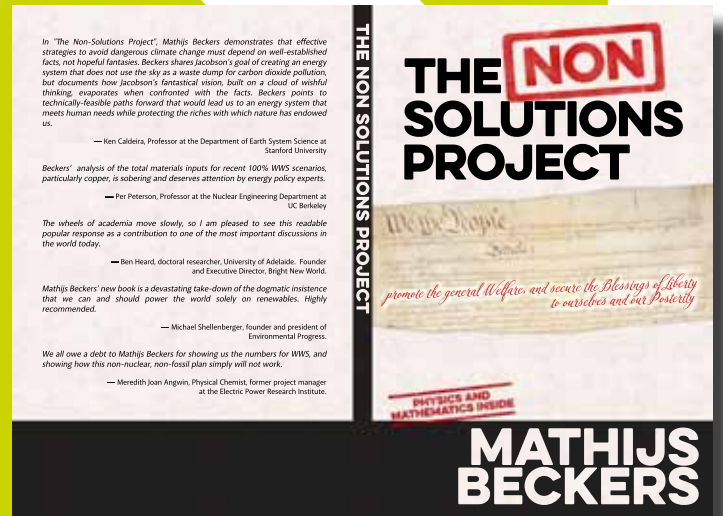
- MATHIJS BECKERS

**HOW A STANFORD PROFESSOR POISONS THE WELL AGAINST CREDIBLE SOLUTIONS IN THE CLIMATE CHANGE DEBATE**

**De genoemde professor Mark Z. Jacobson publiceerde met zijn organisatie The Solutions Project de 100% Wind Water and Sunlight (WWS) roadmap waarin hij stelt dat het heel goed haalbaar is om met alleen deze energiebronnen in 2050 alle energie in de Verenigde Staten op te wekken zonder CO<sub>2</sub>-uitstoot.**

De toekomst moet groen zijn en duurzaam. Daarover zijn Beckers en Jacobson het eens. Ook de mening dat de mensheid haar energieconsumptie moet herzien en dat er moet worden gewerkt aan het beëindigen van de fossiele verbrandingseconomie delen de onderzoekers. Volgens Beckers schetst Jacobson een te rooskleurig en op een aantal punten zelfs expliciet foutief beeld van een haalbare route naar een CO<sub>2</sub>-vrije maatschappij in 2050. Een van zijn bezwaren betreft het uitgangspunt van het gewraakte rapport. Niet de vraag hoe we een CO<sub>2</sub>-vrije toekomst kunnen realiseren met behulp van wind- en zonne-energie zou de leidraad moeten zijn (of zoals Beckers het verwoordt: the mass implementation of the least efficient technologies) maar de wens om op mondiaal niveau een samenleving te creëren waarin innovatie en vooruitgang centraal staan. De belofte dat de energiehonger van de wereld in 2050 volledig gestild kan worden met windmolens en zonnepanelen noemt hij dan ook misleidend, incompleet en zelfs immoreel.

Beckers gaat 118 pagina's grondig te werk. Gewapend met grafieken, berekeningen en diverse rapporten en cijfers



gaat hij de 100% WWS Roadmap te lijf. Zo laat hij zien dat er een substantieel gat is tussen de voorspelling van de energieconsumptie door de US Energy Information Administration (EIA) en de cijfers die Jacobson hanteert. De EIA rekent voor dat in 2040 (dus niet 2050) de energieconsumptie 240.000 TWh zal bedragen; Jacobson gaat in zijn rapport uit van een aanzienlijk lager getal: 190.000 TWh in 2050. Ook wordt in het rapport geen rekening gehouden met de kosten die de aanpassingen van het energienetwerk voor zonne- en windenergie met zich meebrengen. En daar waar Jacobson stelt dat het grootste struikelblok voor de transitie naar duurzame energie politieke en sociale barrières zijn, beargumenteert Beckers dat de beschikbaarheid van de grondstoffen een obstakel vormt en de grootste barrière dus wel degelijk technisch is. Elementen als lithium, grafiet en nikkel zijn nodig voor de productie van onder andere zonnepanelen en batterijen, de vraag hiernaar zal dus sterk stijgen evenals de prijs en de kosten van het mijnen. Ook de impact die dit zal hebben op het milieu en de mensen komt in het rapport niet aan de orde.

Beckers laakt het feit dat Jacobson en vrienden een toekomstbeeld schetsen waarin kerntechnologie overbodig is. Niet alleen is dit onrealistisch met het oog op de vele medische toepassingen maar ook is hij van mening dat een CO<sub>2</sub>-vrije elektriciteitsopwekking alleen haalbaar is met een energiemix met nucleair, geothermie, hydro, wind en zon. Hierbij geeft hij in de conclusie al wel aan dat, hoewel haalbaar, dit scenario ook erg onwaarschijnlijk is gezien de beperkingen waar het gaat om de productie van alle benodigde materialen en het mijnen van de grondstoffen. Hij pleit dan ook voor een investering in de ontwikkeling van



modulaire reactoren en geothermie vanwege de gewenste combinatie van hoge energieopbrengst en laag grondstoffenverbruik.

Beckers heeft met zijn boek een goed onderbouwde voorzet gegeven om het utopische scenario van een honderd procent duurzame samenleving kritisch te beschouwen. Hij stelt zelf dat het boek onvoldoende grond biedt om de hele roadmap onderuit te halen maar hoopt dat zijn schrijven een ruimte creëert voor discussie. "I call upon the scientific community to falsify the underlying hypotheses of the 100%VWS Roadmap/Solutions Project in order to disentrall humanity from the idea that we can save civilization and the biosphere upon which it depends, using mainly and almost exclusively wind and solar power."

Voor de kritische geest die op zoek is naar feitelijke onderbouwingen en niet schrikt van cijfers, grafieken en vakterminologie is het boekje zeker het lezen waard. Wie zich liever laat overtuigen met een aansprekend verhaal wacht misschien liever op een Ted Talk van 15 minuten van Beckers of een beroemdheid die zijn visie deelt. Want dat is wat de wereld nodig heeft. **K**

*Ellen Jelgersma*

Auteur: **Mathijs Beckers**  
Titel: **The Non-Solutions Project**  
Pagina's: **118**

ISBN-13: **978-1537673806**  
ISBN-10: **1537673807**

# K "NRG MOET KENNISCENTRUM NUCLEAIRE MEDICIJNEN VAN EUROPA WORDEN."

**Nieuwe directeur NRG Harrie Buurlage ziet toenemende vraag naar behandelisotopen**

**De huidige markt voor medische isotopen wordt op dit moment gedictieerd door de productie van molybdeen-99, maar Harrie Buurlage, de nieuwe directeur van NRG ziet op termijn een duidelijke verschuiving met een toenemende vraag naar behandelisotopen. De bouw van PALLAS, de beoogde opvolger van de HFR, is voor hem dan ook absoluut noodzakelijk om capaciteitsproblemen in de toekomst te voorkomen.**

De carrière van Buurlage kent een nauwe betrokkenheid met de nucleaire sector. Eerder was hij de algemeen directeur bij Mallinckrodt Medical, de afnemer van medische isotopen en nu werkt hij als directeur bij NRG, de producent ervan. "Ik ken NRG al lang en heb ook al heel lang met NRG samengewerkt, eerst met Rob Stol die met NRG de weg insloeg van wetenschappelijk instituut naar commerciële organisatie en vervolgens met Niels Unger die deze omslag voortzette en die van NRG een opener en naar buiten gerichte organisatie maakte. Unger durfde zich met NRG nog kwetsbaarder op te stellen naar de maatschappij en daarmee verder de openbaarheid op te zoeken", aldus Buurlage. Ook als er kleine zaken

binnen het bedrijf aan de orde zijn of, zoals Buurlage het noemt, "zachte signalen klinken", is het belangrijk al in een vroeg stadium een open houding aan te nemen.

## **NUCLEAIR KENNISCENTRUM VAN EUROPA**

Het aantal kankerpatiënten is groeiende. De vraag naar medische isotopen is nog nooit zo hoog geweest. Buurlage richt zich met NRG daarom meer op de ontwikkeling en productie van nucleaire medicijnen. "In mijn rol wil ik aandacht besteden aan twee hoofdzaken. Ten eerste ga ik mij inzetten voor de verdere ontwikkeling van nucleaire medicijnen en ten tweede wil ik de kennis in stand houden op het gebied van kernenergie



binnen de kaders van het overheidsbeleid." Het fenomeen kernenergie lijkt in Nederland wat op de achtergrond te zijn geraakt, maar is niet weg. "NRG zal het blijven ondersteunen, ook en vooral waar de BV Nederland daarom vraagt." Buurlage gaat zich inzetten om van NRG het kenniscentrum van nucleaire medicijnen van heel Europa te maken.

### LEVENSDUURVERLENGING

NRG is met dertig procent wereldmarktleider bij de productie van medische isotopen. Het bedrijf levert isotopen voor maar liefst 25.000 behandelingen per dag. De productie vindt plaats in de al op leeftijd zijnde Hoge Flux Reactor (HFR). Het is volgens NRG waarschijnlijk dat PALLAS, de beoogde opvolger van de HFR die zich nu nog in de ontwikkelingsfase bevindt, de productie in 2025-2026 naadloos kan overnemen. "We moeten voorkomen dat leveringszekerheid in het geding komt. Wanneer er een 'gat' ontstaat waarin we geen medicijnen kunnen leveren, zal dat dramatisch zijn voor de patiënten." Er vinden volgens Buurlage dan ook op dit moment intensieve studies plaats om de HFR veilig en betrouwbaar in bedrijf te houden tot dat PALLAS deze functie kan overnemen. "We onderzoeken welke preventieve maatregelen genomen moeten worden. Zo willen we bijvoorbeeld weten wat het openhouden van de HFR betekent voor de belasting van het reactorvat." Hij benadrukt dat het van het grootste belang is om ook de overheid in de beslissing mee te nemen en om actief "Ja" te zeggen voor de bouw van PALLAS. Op dit moment is NRG de vergunninghouder en exploitant van de HFR. De Stichting PALLAS is een onafhankelijke organisatie belast met de voorbereidingen en bouw van de PALLAS-reactor. "Wij werken nu al intensief samen op het gebied van marketing en techniek. Hoe de organisatie er na inbedrijfname van de PALLAS-reactor uit gaat zien, is nu nog niet te zeggen, maar ik ga ervan uit



➤ *Nieuwe directeur NRG Harrie Buurlage*


dat het een logisch samenwerkingsverband wordt waarbij NRG zich kan blijven richten op de ontwikkeling en productie van medische isotopen." De PALLAS-reactor wordt een multipurpose-reactor en zal afhankelijk van de vraag ook nucleair technologisch onderzoek verrichten. "Er zal altijd ruimte blijven voor materialenonderzoek, maar het 'brood-en-boter' zullen de medische isotopen zijn."

### GROEIMARKT NUCLEAIRE MEDICIJNEN

Binnen de medische isotopen dicteert molybdeen-99 de markt. Buurlage ziet echter op termijn grote verschuivingen. "We zitten in een groeimarkt en we verwachten op basis van marktanalyses

dat de toepassing van nucleaire medicijnen in de komende decennia met een factor vijf zal stijgen." Molybdeen-99 is een isotoop dat gebruikt wordt voor diagnose. De sterke groei verwacht Buurlage bij de behandelisotopen die niet (of slechts in theorie) met versnellers zijn te maken maar dus wel in de toekomstige PALLAS-reactor. Hoewel de medische technieken steeds beter worden, komen er ook steeds meer te behandelen kankergevallen bij. Aan de ene kant komt dat door landen die de beschikking gaan krijgen over betere diagnose- en behandelmiddelen in voornamelijk Azië en aan de andere kant omdat er door veranderende leefomstandigheden en leefgewoontes meer mensen kanker zouden krijgen. Buurlage ziet de groei onder meer bij de behandelisotopen: yttrium-90, lutetium-177, holmium-166 en alfa-emitterende isotopen. Tel daarbij de dreiging van een tekort aan productiecapaciteit door de sluiting van reactoren wereldwijd en de noodzaak van nieuwbouw is evident. Cyclotrons zijn op dit moment geen alternatief. Zo legt Buurlage uit de diagnose-isotoop technetium-99m als vervaldochter van molybdeen-99 in een reactor te prefereren boven de directe productie in een cyclotron. "Je kan wel direct technetium in een cyclotron maken, maar dat vervalt in zes uur. Als er iets in de productie hapert of tijdens het vervoer fout gaat, heb je een probleem." Bovendien is het product volgens onze berekeningen veel duurder dan middels de huidige leveringsketen die al vele decennia de molybdeen-generator aan het begin van de week bij een ziekenhuis aflevert en een week lang bedrijfszeker en goedkoop technetium produceert. "Met PALLAS blijft Nederland zelfvoorzienend en kunnen wij bovendien de complete Europese markt bedienen", besluit Buurlage. "De PALLAS-reactor moet er komen." **K**

*Menno Jelgersma*



## NRG ONTWIKKELT SPECTACULAIRE MEETTECHNIEK

**Na een ontwikkeling die in 2014 startte, is NRG erin geslaagd een instrument te ontwerpen en te bouwen waarmee dimensieverandering van materialen bij hoge temperaturen en hoge stralingsdoses in de HFR tot op de micrometer nauwkeurig is te meten. Steven Knol en Ralph Hania, beiden als splijstofexperts en consultants bij NRG werkzaam, lichten de nieuwe faciliteit toe. "Het is een wereldprimeur."**

Hania licht de start van de ontwikkeling toe: "We kregen vanuit twee kanten signalen dat er behoefte was aan de nieuwe faciliteit, zowel van fundamentele onderzoekers als vanuit de markt." De basisbehoefte vanuit de industrie is het verkrijgen van meer inzicht in ongevalsituaties waarbij splijstofkruip een belangrijke rol speelt. Kruip is de blijvende vervorming van een materiaal wanneer het gedurende langere tijd met een spanning belast is. "Kruip is een soort fundamentele parameter van splijstofgedrag en een inputparameter voor 'fuel performance codes', ofwel codes die splijstofgedrag beschrijven," legt hij uit. Hania was ook

geïnteresseerd in splijstofkruip omdat het een macroscopische parameter (verandering van vorm en dikte van splijstofcellen) is die je kan relateren aan microscopisch gedrag. Onderzoekers die bezig zijn met simulaties van microscopische veranderingen in de splijstof hebben een manier nodig om hun onderzoeksgegevens te valideren.

### 1.200 GRADEN CELSIUS


Voorheen werd dimensieverandering simpelweg gemeten door materiaal voor en na de belasting te meten. Knol: "Hierdoor weet je eigenlijk niet goed wat er gebeurt tussen begin- en eindmeting."

**K** *Ralph Hania (L) en Steven Knol (R) buigen zich over onderdelen van de bestralingsfaciliteit.*

Er zijn volgens hem al apparaten in gebruik die dimensieverandering tijdens reactorbedrijf kunnen meten maar die zijn groot in omvang. Bovendien kan je maar één monster meten in een experiment. "Dit was de aanleiding om te gaan nadenken of dat niet anders kon." Met de nieuwe faciliteit kunnen de onderzoekers bij verscheidene samples tegelijkertijd meten wat de verandering is. Knol: "Het gaat op dit moment over zes meetsensoren die je naar wens kunt afstellen op de tijd waarop je een meting wilt. Hiermee meet de faciliteit 'real time' de kruip." Bij het experiment in de HFR is de temperatuur opgevoerd tot boven de 1200 graden Celsius. "Het doel van deze eerste test was om aan te tonen dat het meetprincipe werkt en dat is gelukt. Wel hebben we uitval van een paar sensoren gezien." De uitval geeft in ieder geval weer grond om uit te zoeken wat er precies is gebeurd. Knol: "We hebben wel een idee wat de oorzaak zou kunnen zijn en dat gaan we tijdens het nabestralings-onderzoek bekijken."

### WERELDPREMEUR

Het team dat bij de ontwikkeling was betrokken kent een projectmanager, een lead scientist en een engineer. Knol: "De engineer was Arjan de Koning die echt heel veel voor het project heeft betekend." Bij elkaar bestond het team uit vijf tot tien mensen die al naar gelang hun functie full of parttime hebben deelgenomen.

Hoe de uitvinding precies in elkaar steekt, kunnen Hania en Knol uiteraard niet vertellen, maar wel dat het is gebaseerd op het elektrische capaciteitsprincipe dat ze hebben geïntegreerd in de meetopstelling. Knol legt uit dat de capaciteit informatie geeft over de afstand. "Simpel gezegd, als je twee platen hebt en je stopt er een monster tussen dan zal, wanneer de afstand tussen de platen groter wordt, de capaciteit 



© Credit: NRG

afnemen. Bij dimensieverandering van een materiaal zal de capaciteit dus ook afnemen en informatie verschaffen over de grootte van deze dimensieverandering." Het deel dat in de reactor gaat, bevat de meetsensoren die met standaardbedrading verbinding maken met het meetsysteem dat dient om de gegevens uit te lezen. Dat is snel gezegd, maar Hania benadrukt dat de ontwikkeling van dit onderdeel twee jaar in beslag heeft genomen en heeft er uiteindelijk toe geleid dat de onderzoekers thermische uitzetting van stukjes materiaal van een paar millimeter dik met een nauwkeurigheid van minder dan een micrometer op negen meter afstand kunnen meten. Over de uniciteit van de meetinstallatie zijn de beide consultants het eens dat er sprake is van een wereldprimeur. Knol: "Dat is waarschijnlijk het geval, hoewel je nooit met zekerheid kunt zeggen wat er binnen bedrijven wordt ontwikkeld wat niet naar buiten komt. Het is in ieder geval nog nooit gerapporteerd door anderen." Daarbij komt ook nog eens dat de installatie nog niet 'af' is. Er is immers aangetoond dat het principe werkt, maar nu volgt de stap om splijtstof te testen.

## REFERENTIEMONSTERS

Voor de eerste testbestraling is gebruik gemaakt van keramische en metalen

✘ *Dunne thermokoppeldraden steken er aan de bovenkant uit. Die draden voor temperatuurmetingen zijn zo'n tien meter lang.*

referentiemonsters. "Kruip vindt continu plaats bij bestraling van splijtstof waardoor de capaciteitsplaatjes bij bestralen niet weer terugkomen in de oorspronkelijke stand, en dat wilden we niet. We hebben daarom twee soorten referentiemonsters gebruikt om de stabiliteit van het systeem aan te tonen, een metaal en een keramiek. Als je direct splijtstof zou gaan bestralen waarvan je weet dat kruip plaatsvindt, vinden er twee effecten tegelijkertijd plaats waardoor je nooit met zekerheid kan zeggen wat het resultaat is. Daarom hebben we samples gebruikt die alleen maar thermisch uitzetten." Door bewust materialen te kiezen die niet kruipen kan je vooraf berekenen welke gegevens je uiteindelijk krijgt. Om er nou zeker van te zijn dat de monsters geen kruip hebben vertoond tijdens de bestraling, wordt tijdens het nabestralingsonderzoek bekeken of de samples nog dezelfde afmetingen hebben. Dat is volgens Knol nodig omdat vooraf nooit helemaal met zekerheid is te zeggen wat het effect van de bestraling is. "We gaan dus kijken of de materialen zich hebben gedragen zoals we verwachtten." Door de temperatuur te veranderen konden we wel meten of de verplaatsingsmeting werkt.

## SAMENWERKING

In de komende maanden vindt het nabestralingsonderzoek plaats. In de tussentijd start de volgende fase, waarin de onderzoekers met splijtstofonderzoek aan de slag gaan. Hiervoor zijn aanpassingen aan de installatie noodzakelijk. "We richten ons hierbij op de bestraling van zowel  $UO_2$  als zogenaamde Accident Tolerant Fuels, waar nog niet zoveel onderzoek naar is verricht." Het onderzoek loopt daarmee parallel aan het initiatief van NRG dat gaat deelnemen aan het Halden-project in een programma waar ook onderzoek naar ATFs plaatsvindt. Het doel ervan is om splijtstoffen in kerncentrales minder gevoelig te maken voor calamiteiten zoals de aardbeving en tsunami in Fukushima in 2011. Daarnaast werkt NRG ook binnen de EU samen in soortgelijke projecten waarin de nieuwe technologie zal worden toegepast. Hania en Knol verwachten in de loop van dit jaar zo ver te zijn gevorderd met dit project dat de eerste bestralingen van splijtstof in het begin van 2018 kunnen starten. **K**

*Menno Jelgersma*

# BRITSE ROADMAP VOOR ONTWIKKELING SMALL MODULAIR REACTORS

**De Britse overheid presenteert in de komende maanden een roadmap die het begin markeert van het proces om de economisch voordeligste kleine modulaire reactor (SMR) te ontwikkelen en in bedrijf te brengen tegen het eind van het volgende decennium. Stephen Tindale, directeur van de Alvin Weinberg Stichting: “Zeer waarschijnlijk zijn SMRs voordeliger om te bouwen dan welk bestaand reactorontwerp dan ook.”**

In de zomer van 2016 maakte de Britse overheid bekend welke organisaties aan de eerste fase van mededinging zullen deelnemen voor het ontwerp van de kleine modulaire reactor (SMR) voor Groot-Brittannië (GB). Op de lijst staan naar verluidt een aantal belangrijke spelers in de ontwikkeling van nieuwe grotere kerncentrales in GB zoals EDF, China National Nuclear Corporation, GE-Hitachi Nuclear Energy, Westinghouse en het Rolls-Royce-concern. Ook NuScale Power wordt genoemd dat van plan is om zijn eerste

✘ *SMR-Mockup van de NuScale Power Module*



SMR in Idaho in de V.S. in 2024 te bouwen, waarmee de V.S. misschien nog wel de koploper in de SMR-race wordt vóór het Verenigd Koninkrijk (VK). Met de roadmap probeert het VK de leiding in de ontwikkeling van SMRs te nemen.

## INHERENT EN PASSIEF VEILIG

Het idee achter SMRs is dat ze, omdat ze klein (minder dan 300 MWe) en modulair zijn, in grote aantallen in fabrieken kunnen worden geprefabriceerd op basis van één ontwerp, alvorens te worden vervoerd naar de plaats van bestemming om in combinatie grotere installaties te vormen. De hoop is dat het construeren van reactoren op deze wijze de kosten omlaag zullen brengen. Volgens Tindale kunnen SMRs energie leveren die zelfs nog lager in CO<sub>2</sub>-emissies zijn dan de bestaande nucleaire ontwerpen. Zij zijn inherent en passief veilig en hebben een beduidend verminderd proliferatierisico. Door hun modulaire ontwerp ze goedkoper om te bouwen dan bijvoorbeeld de Hinkley Point C-EPR. Een ander voordeel is dat de SMR een middel kan zijn om verbruikte splijtstof opnieuw te gebruiken en om de Britse plutoniumvoorraad te verminderen.

## BOUWKOSTEN

In de herfstbegroting van 2015 kondigde de overheid aan om 250 miljoen pond (280 M€) in een ‘ambitieuze nucleaire programma voor onderzoek en ontwikkeling’ te zullen investeren. Tindale spoorde de Britse overheid aan het geld te verdelen over SMRs, grotere Generatie IV-reactoren, die aanzienlijk goedkoper zouden kunnen zijn dan bestaande reactorontwerpen vanwege minder complexe ontwerpen en microreactoren van onder de 20 MW. Dit type reactoren biedt zelfs nog meer flexibiliteit dan SMRs voor het leveren van energie en warmte op geïsoleerde locaties en voor de energie-intensieve industrie.

Een barrière voor nucleaire innovatie in het VK, maar ook in andere landen, is gebrek aan toezichhoudende capaciteit. Een Generic Design Assessment (GDA) kan wel vijf jaar duren en kost ontwikkelaars minstens 35 miljoen pond aan opgelegde kosten. De totale kosten, met inbegrip van kosten om alle documentatie voor te bereiden, zijn meer dan het dubbele hiervan.

Het Office for Nuclear Regulation (ONR) heeft de capaciteit om GDAs voor slechts twee technologieën tegelijkertijd te onderzoeken. Het beoordeelt op dit moment de AP1000 en geavanceerde kokendwaterreactorontwerpen en zal niet met de beoordeling van andere ontwerpen starten tot één van deze beoordelingen is voltooid, wat op zijn vroegst in de loop van dit jaar zal zijn. Volgens Tindale moet de capaciteit van ONR worden uitgebreid om meer dan twee ontwerpen tegelijkertijd te kunnen beoordelen niet in de laatste plaats omdat er wereldwijd op dit moment heel wat SMR-ontwerpen zijn in diverse stadia van ontwikkeling. **K**

Bron: NucNet – David Dalton

# COVRA VERWELKOMT EUROPESE COMMUNI- CATIE-EXPERTS

**Van 19 tot 22 maart zal in de COVRA voor drie dagen het middelpunt zijn van de nucleaire communicatiesector in Europa. Dan zal de jaarlijkse PIME (Conference on Public Information Materials Exchange) plaatsvinden. Voor het eerst in de geschiedenis wordt de conferentie gehouden in een nucleaire faciliteit: het splinternieuwe VOP2 gebouw van de COVRA.**

PIME wordt georganiseerd door de European Nuclear Society in samenwerking met FORATOM en de IAEA en is een uniek evenement dat communicatie professionals uit nucleair industrie over de hele wereld bij elkaar brengt om kennis te delen. Het tweedaagse PIME-programma bestaat uit een reeks plenaire sessies, waaronder casestudies van buiten de nucleaire sector, interactieve workshops en technical visits naar COVRA en URENCO. Naast vertegenwoordigers uit de nucleaire industrie en onderzoekswereld zijn ook toezichthouders en externe communicatie experts en belangstellenden aanwezig.

## TOEKOMST

Het thema van PIME2017 is de toekomst van nucleair, een onderwerp dat past bij de visie van de COVRA die zich immers bezighoudt met het blijvend zorg dragen voor het radioactief afval in Nederland, nu en in de toekomst. Ook zal kunstenaar Willem Verstraeten, verantwoordelijk voor de unieke beschildering van de gebouwen van de COVRA, een workshop houden waarin bezoekers een ander perspectief wordt geboden op nucleaire communicatie.

## PIME AWARD

Een vast onderdeel van de PIME is de uitreiking van de PIME-award for Communication Excellence voor 'the professional communicators in the nuclear industry or the research community who have successfully connected with their audiences, helped to dispel myths and misinformation about nuclear energy and enhanced the image of nuclear.' In 2008 is deze prijs gewonnen door COVRA en in 2012 door NRG & JRC met hun campagne 'Thinking Forward' over het zestigjarig jubileum van de Hoge Flux Reactor. In 1998 is de PIME-conferentie voor het laatst in Nederland (Maastricht) georganiseerd. **K**

## COLUMN



## EEN MEETING ZONDER REISTIJD

Een beproefde manier van kennisuitwisseling bij vakverenigingen zoals de Netherlands Nuclear Society is het symposium, waarbij enige sprekers een presentatie geven, gevolgd door vragen uit de zaal die weer aanleiding kunnen geven tot discussie. Na afloop is er dan een borrel voor het meer informele contact. De

deelname hieraan wordt vooral beperkt door de afstand tot de locatie van het symposium en de mogelijkheid dit eventueel te combineren met andere bezoeken of meetings.

De laatste tijd maak ik steeds meer kennis met diverse digitale hulpmiddelen voor discussie en kennisoverdracht. Voordeel hiervan is dat je niet fysiek op reis hoeft om aan de meeting deel te nemen. Bekende voorbeelden zijn Skype, Lync en Facetime, om te vergaderen op afstand, of gewoon te bellen met beeld. Onlangs werd ik uitgenodigd voor een meeting over Discord georganiseerd door Nuklearia, een in 2013 opgerichte Duitse vereniging ter bevordering van nucleaire wetenschap en techniek en de verspreiding van kennis hierover. Discord is een geavanceerd alternatief voor Skype oorspronkelijk ontworpen voor gamers, met spraakverbinding en tegelijkertijd een chatsessie op het scherm. Aan de rand van het scherm is te zien wie meedoet en wie op het moment spreekt. Omdat afstand er niet meer toe deed was dat het gehele Duitse taalgebied vertegenwoordigd, behalve Duitsers dus ook Oostenrijkers en Zwitsers. Opvallend was de razendsnelle informatie-uitwisseling: documenten of links worden snel ge-upload of neergezet, men begint deze ook direct te lezen, om er dan meteen iets over te zeggen, vaktechnisch goed op niveau. Soms ontwikkelen zich gescheiden discussies over de chat en het spraakkanaal en je kunt de chat gebruiken om iets te melden zonder de gesproken discussie te onderbreken.

De digitale meeting is een geweldige uitbreiding op de bestaande middelen voor kennisverspreiding en ideeënuitswisseling, echter geen vervanging, want een fysieke borrel na afloop van een symposium is natuurlijk niet te versmaden. **K**

*Aliki van Heek*

# ▶ EXPERTS: DE ANGST VOOR DE LAGE-DOSIS STRALING BIJ DIAGNOSES IS ONTERECHT

**In een artikel dat in Januari 2017 in The Journal of Nuclear Medicine werd gepubliceerd, beweren onderzoekers dat blootstelling aan medische straling voor diagnostische doeleinden het risico om kanker te krijgen niet verhoogt. Het wijdverbreide geloof dat kleine doses straling voor medische beeldvorming kanker veroorzaakt, is volgens de auteurs gebaseerd op een niet accurate, 70 jaar oude hypothese.**

“Wij hebben aangetoond dat de claim die door Hermann Muller tijdens zijn Nobel-lezing in 1946 werd gemaakt dat alle straling schadelijk is, ongeacht hoe laag de dosis of dosistempo is en die bekend staat als Linear No-Threshold Hypothesis (LNTH) - een drogreden was, een non sequitur die niet werd erkend door de gemeenschap van nucleaire wetenschappers,” stelt Jeffrey A. Siegel, PhD, voorzitter en CEO van Nuclear Physics Enterprises, Marlton, New Jersey. “Sindsdien is herhaaldelijk aangetoond dat de verhouding dosis-response redelijkerwijze als lineair kan worden beschouwd, maar alleen tot een drempel waaronder er geen aantoonbare schade meer is en zelfs vaak voordelig kan zijn. Maar toch is de LNTH nog steeds leidend bij het regelgevende beleid op het gebied van straling.”

Siegel zegt dat beleid dat is gebaseerd op het vermoeden van schade bij elk dosisniveau en het daarom voorstellen van het steeds lagere doses voor CT, Röntgenstraling en nucleaire medicijnen voor beeldvorming - bekend als ALARA (as

low as reasonably achievable) - bijdraagt aan de bestaande en wijdverspreide angst voor straling. Deze radiofobie geldt voor zowel artsen als patiënten en is volgens hem het gevolg van het decennialang verstrekken van verkeerde informatie.

“Deze vrees is wetenschappelijk ongerechtvaardigd en wordt door experimentele en epidemiologische studies gewantwoord. Studies tonen aan dat lage dosis straling, in plaats van schade, beschermende reacties stimuleert die gedurende eeuwen van evolutie zijn ontstaan en resulteren in gunstige effecten.” Uit talrijke studies blijkt volgens de auteurs dat LNTH en ALARA grote tekortkomingen vertonen, doordat zij zich slechts op moleculaire schade richten terwijl ze beschermende biologische reacties negeren. De lage doses straling stimuleert beschermende reacties en biedt verbeterde bescherming tegen schade opgedaan in de loop der tijd, met inbegrip van schade aan hogere stralingsblootstelling.

Het voorgelegde bewijsmateriaal toont volgens de auteurs een af- en geen toename op het risico van kanker bij

radiologische beeldvormingsdoses. De gegevens van de Life Span Study (LSS) bij atoombomoverlevers tonen aan dat de voorspelde LNTH niet opgaat onder ongeveer 200 mGy. De effectieve dosis van een typische CT-scan is ongeveer 10 mSv; van een PET/CT-hersenscan 5-7 mSv; en een routine whole-body F-18 FDG PET/CT-scan komt op 12-15 mSv. Daarom moet medische beeldvorming met nog lagere doses voor kinderen of volwassenen niet om radiofobische redenen worden gevreesd of vermeden. De auteurs redeneren dat het daadwerkelijke risico van een foute diagnose door een ontoereikende dosis of het door fobie gedreven vermijden van noodzakelijke beeldvorming, de belangrijkste zorg zou moeten zijn. Siegel bepleit de veilige en levensreddende voordelen van medische beeldvorming: “De taak die voor ons ligt is het wegnemen van de ongegronde vrees van het publiek voor de blootstelling aan de lage dosis straling.” De medische stand behoeft volgens hem een behoorlijke herscholing, te beginnen met diagnostisch radiologen en nucleair geneeskundigen. “Alleen dan kan het publiek de geldige informatie worden gegeven waarop zij kunnen vertrouwen. Voorts kan het loslaten van de LNTH en de daaruit voortvloeiende ALARA leiden tot nieuwe manieren om ziekte te diagnosticeren en te behandelen, en wat nog belangrijker is, te voorkomen.”

*De auteurs van het artikel “Subjecting Radiological Imaging to the Linear No-Threshold Hypothesis: A Non Sequitur of Non-Trivial Proportion” zijn: Jeffrey A. Siegel, PhD, president and CEO, Nuclear Physics Enterprises, Marlton, New Jersey; Charles W. Pennington, MS, MBA, NAC International (gepensioneerd), Norcross, Georgia; and Bill Sacks, PhD, MD, U.S. FDA officer en clinical radiologist (gepensioneerd), Green Valley, Arizona. ▶*

*Bron: Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging - SNMMI*

# THE NUCLEAR ELEPHANT SYMPOSIUM



**STICHTING  
KERNVISIE  
INITIATIVE**

**FRIDAY  
MARCH 3RD**

**DE NIEUWE LIEFDE  
AMSTERDAM**

**[WWW.THENUCLARELEPHANT.NL](http://WWW.THENUCLARELEPHANT.NL)**

## **SPEAKERS**

**STEPHEN TINDALE**  
ALVIN WEINBERG FOUNDATION

**PIER STAPERSMA**  
INSTITUUT CLINGENDAEL

**JANNE KORHONEN**  
THE CLIMATE GAMBLE

**RAULI PARTANEN**  
THE CLIMATE GAMBLE

**KIRSTY GOGAN**  
ENERGY FOR HUMANITY

**ANDUK TER BRUGGE**  
DUTCH YOUNG GENERATION