

# KVK

**KERNVISIE  
MAGAZINE**

ENCO-rapport:  
Kernenergie in  
energiemix

NRG-conferentie  
over nut en  
noodzaak  
kernenergie

Atoomijsbreker  
op weg naar  
Moermansk

**KERNVISIE  
SPECIAL**  
Uitbreiding  
HABOG

**4**  
Oktober  
2020

UITGAVE VAN  
STICHTING KERNVISIE

**Atoom Alliantie:  
100 procent  
atoomstroom uit  
het stopcontact**



Kernvisie Magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**  
EEN ENERGIEK INITIATIEF

**Jaargang 15**  
**Nummer 4**  
**Oktober 2020**  
**Kernvisie verschijnt tweemaandelijks**  
**Oplage 2200 ex**

**Ontwerp & Grafische realisatie**  
StudioHusken.nl, Alkmaar

### Bestuur Stichting KernVisie

Ir. A.M. Versteegh, voorzitter  
Ir. G.H. Boersma, secretaris  
Ir. E.W. Schuur, penningmeester  
J.D. Bruin  
Ing. W. Hiddink  
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)

### 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

Patrick Bauduin  
Foto © Menno Jelgersma

*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.*

### Omgang met persoonsgegevens

*Kernvisie Magazine is een uitgave van de Stichting Kernvisie. Onze website www.kernvisie.com bevat een uitgebreide privacyverklaring over het gebruik van de persoonsgegevens die nodig zijn ten behoeve van de verzending van het Magazine.*

## Voorwoord

# Turbulente tijden



**E**r is veel nieuws de laatste weken: zo hebben we met Atoom Alliantie een nieuwe aanbieder van atoomstroom. Mensen kunnen weer bewust kiezen voor CO<sub>2</sub>-vrije stroom afkomstig van kernenergie. En misschien nog groter nieuws was het aanbieden van het ENCO-rapport aan de Tweede Kamer. Minister Wiebes liet onderzoeken wat de rol van kernenergie in de energiemix kan zijn en het blijkt dat een positieve businesscase tot de mogelijkheden behoort. Dit alles gebeurt op het moment dat de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) bezig is met de uitbreiding van het HABOG, het opslaggebouw voor hoogradioactief afval. De bouw is noodzakelijk vanwege de bedrijfsduurverlenging van de onderzoeksreactoren in Delft en Petten en de Kerncentrale Borssele. Nu de VVD spreekt over het bijbouwen van 3 tot 10 kerncentrales, zou het zomaar kunnen dat de opslagcapaciteit met de huidige uitbreiding in aanbouw op termijn onvoldoende is. Het COVRA-terrein is ruim genoeg; het HABOG is modulair gebouwd en op eventuele verdere uitbreiding berekend. Graag wil ik u ook attenderen op het, op de achterpagina aangekondigde, webcast, dat Kernvisie organiseert op vrijdag 13 november. Een keur van sprekers zal ingaan op noodzaak en mogelijkheden van uitbreiding van het kernenergievermogen in Nederland. Kom maar op met die toekomst, de nucleaire sector is er klaar voor.

André Versteegh  
voorzitter Stichting KernVisie



**P04**

## Energie

### Atoom Alliantie: 100 procent atoomstroom uit stopcontact

Met de komst van Atoom Alliantie is het sinds kort weer mogelijk om te kiezen voor CO<sub>2</sub>-vrije stroom die 24/7 leverbaar is. Patrick Bauduin is de initiatiefnemer: "Een betaalbare energietransitie is alleen haalbaar met de inzet van kernenergie. Het minste wat ik als burger kon doen was ervoor te zorgen dat ik een energiecontract kon afsluiten met 100 procent kernenergie, zoals dit ook mogelijk is met labels voor 100 procent wind of 100 procent zon."

## P16 Medisch

### UMCG publiceert als eerste ter wereld over planningsvergelijkingen

Sinds januari 2018 worden patiënten met hoofdhalstkanker in het UMCG Protontherapiecentrum in Groningen bestraald met protontherapie. Hiermee worden zowel de acute bijwerkingen tijdens de bestraling, als de blijvende complicaties na de behandeling vaak verminderd. De afdeling Radiotherapie van het UMCG heeft nu als eerste in de wereld gepubliceerd over de resultaten van de planningsvergelijkingen voor patiënten met hoofdhalstkanker.



**P30**

## Maatschappij

### Welke rol kan kernenergie spelen bij het terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot?

Dat is de kernvraag van de 2020-editie van Climate Change and Nuclear Power die het IAEA onlangs uitbracht. Het rapport gaat uitgebreid in op het potentieel dat kernenergie heeft in de strijd tegen de klimaatverandering en ziet mogelijkheden voor nieuwbouw, levensduurverlenging en innovatieve ontwerpen.

## P17 Maatschappij

### Uitbreiding HABOG

COVRA werkt hard aan de uitbreiding van het Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG). Dat is nodig omdat de KCB en de twee onderzoeksreactoren langer in bedrijf blijven dan aanvankelijk beoogd. De drie modules waaruit het huidige modulair opgebouwde HABOG bestaat, worden met twee nieuwe modules uitgebreid. Diverse betrokkenen lichten het project toe.



**P08**

### Boekbespreking

Apocalypse Never – Michael Shellenberger

**P19**

### Column

André Wakker

Kernenergie wordt het nieuwe groen

**P26**

### Energie

ENCO-rapport: Kernenergie in energiemix

## Kernvisie Special

Drie artikelen over de uitbreiding van het HABOG





Energie

# Atoom Alliantie: 100 procent atoomstroom uit het stopcontact

**M**et de komst van Atoom Alliantie is het sinds enkele maanden weer mogelijk om te kiezen voor CO<sub>2</sub>-vrije stroom die 24/7 leverbaar is. Patrick Bauduin is de initiatiefnemer en geeft aan waarom hij Atoom Alliantie is gestart: “Vanaf het moment dat ik mij in de energietransitie begon te verdiepen, werd ik steeds enthousiaster over kernenergie. Maar het bleek als burger niet mogelijk om voor kernenergie te kiezen terwijl dat voor wind en zon wel mogelijk is.”

Patrick Bauduin zit er ontspannen en zelfverzekerd bij als we elkaar ontmoeten in een Utrechts café aan het Neude. Hij is nog maar enkele maanden actief als energieleverancier maar zijn doordachte aanpak en logische verhaal hoe hij tot zijn initiatief is gekomen, verklaren zijn houding. “Ik heb de Hogere

Hotelschool gedaan en ben aansluitend communicatiewetenschappen gaan studeren. Op dit moment ben ik al jaren actief als congresmanager.” Bauduin werkt in die hoedanigheid voor Clarion Events, een van ‘s werelds toonaangevende organisatoren van evenementen. “Het Nederlandse kantoor

bevindt zich in Maarsen en daar werk ik aan een evenement op het gebied van energietransitie.” Bauduin richt zich op energiemarkten en komt zo in contact met energiehandelaren wereldwijd. Door zich in de energietransitie te verdiepen, is Bauduin in toenemende mate warm voorstander van kernenergie



geworden. “Ik ben van mening dat het Klimaatakkoord de plank mis heeft geslagen. Al dat geld dat nu naar wind en zon gaat. Het had allemaal veel efficiënter gekund. Met de inzet van kernenergie kan je op een veel slimmere manier de klimaatdoelen bereiken”, aldus Bauduin. Hij doelt niet alleen op de energie-efficiëntie en het constant regelbaar vermogen van kernenergie maar ook op bijvoorbeeld het beperkte ruimtebeslag van kernenergie dat in schril contrast staat met de ruimte die zon en wind opeisen. “Ik ben niet tegen wind- of zonne-energie, maar ik zie dat de grootschaligheid waarmee het wordt

opgepakt, leidt tot problemen en aversie van met name mensen die in de buurt van windparken wonen.” Conclusie: Een betaalbare energietransitie is alleen haalbaar met de inzet van kernenergie, zo staat op de website te lezen.

Bauduin vroeg zich vervolgens af wat hij als ‘burger’ kon doen. “Het minste wat ik kon doen was ervoor te zorgen dat ik een energiecontract kon afsluiten met 100 procent kernenergie, zoals dit ook mogelijk is met labels voor 100 procent wind of 100 procent zon. Je kan soms zelfs de locatie kiezen waar je stroom vandaan moet komen.” De keuze voor

kernenergie bleek echter niet mogelijk. Atoomstroom, het enige bedrijf dat wel kernstroom kon leveren, sloot in 2016 zijn deuren. Bauduin besloot contact op te nemen met Sjef Peeraer, de voormalige eigenaar van Atoomstroom en vroeg hem of hij van plan was om een doorstart te maken. “Dat bleek niet het geval. Voor hem was het een afgesloten hoofdstuk. ‘Been there, done that’ en voor mij het moment om op zoek te gaan naar een mogelijkheid waar ik dan wel atoomstroom vandaan kon halen.”

### Certificaten van Oorsprong

Peeraer heeft Bauduin wel een en ander aan tips meegegeven, ervaringen gedeeld en gewezen op de hobbels en valkuilen op weg naar een bedrijf dat atoomstroom levert. Bauduin sluit niet uit dat de negatieve aandacht die Peeraer ervoer, bijgedragen kan hebben aan het beëindigen van Atoomstroom. Weet Bauduin dan wel waar hij aan begint? “Ik ben er geheel open ingegaan met een kleine database die is gebaseerd op een Twitter-actie die een paar honderd geïnteresseerden opleverde.” Starten kan bijvoorbeeld met een PPA ofwel Power Purchase Agreement, een stroomafnameovereenkomst die twee partijen overeenkomen. Hierbij wekt de verkoper de elektriciteit op en neemt de koper de elektriciteit af. “Maar het gaat daarbij om grote hoeveelheden stroom zoals voor Google datacenters en dat is voor mij in de opstartfase met enkele afnemers natuurlijk geen optie.” Wel haalbaar is de aanschaf van Certificaten van Oorsprong (CvO). Dit zijn leveranciersverklaringen die de oorsprong van goederen en producten aantonen. “Je kunt ook CvO’s voor kernenergie kopen. Dat kan bij de kerncentrales in Europa die deze aanbieden.” Momenteel koopt Bauduin CvO’s uit Zweden, bij de Oskarshamn kerncentrale. Ook is er contact geweest met Borssele. “Het zou dus goed kunnen dat de volgende batch CvO’s uit ✪



Nederland komt. We zitten niet aan één centrale vast. Ik ga ervan uit dat in de toekomst ook stroom uit bijvoorbeeld Frankrijk kan worden aangeboden.” De CvO’s zijn sinds begin dit jaar een verplichting voor stroomproducenten om de herkomst van de geleverde elektriciteit te onderbouwen. Een CvO staat voor een hoeveelheid kilowattuur. “Het is een digitaal proces. Zodra de klant elektriciteit geleverd krijgt, wordt het betreffende certificaat afgeboekt.”

## Cancel Culture

Een servicebedrijf regelt voor Atoom Alliantie, als ook voor andere labels, de ondersteuning van diverse systemen, zoals een telefoonservice voor mensen die contact met hun stroomleverancier opnemen of mensen die zich willen aanmelden. “We hebben al heel veel ‘fans’ van Atoom Alliantie. Ik heb nog geen reclame hoeven maken. Ik heb bij de start een persbericht verspreid en ben actief geweest op Twitter.” Dit leidde direct tot een reactie van anti-kernenergieorganisatie Wise toen Bauduin nog in de oriëntatiefase zat. “Vanaf dat moment houdt Wise alle activiteiten van mij in de gaten en hebben ze contact via het servicebedrijf met alle andere labels opgenomen die daar hun back office hebben ondergebracht en ze verteld hoe ‘eng’ wij waren. En waarom ze zich vooral tegen ons moesten uitspreken.” Bauduin heeft daar, zoals hij zegt, nogal “giftig” op gereageerd via Twitter. “Mijn ongenoegen werd door Elsevier opgepikt en heeft hierover gepubliceerd. “Ik baal er nog steeds stevig van. Maar de keerzijde is dat het mij uiteindelijk een flink aantal klanten heeft opgeleverd.” Sjef Peeraer had hem voor dit soort Wise-acties gewaarschuwd: “Maar ik had toch niet verwacht dat ze het op een dergelijke manier zouden aanpakken”, aldus Bauduin die de actie een typisch voorbeeld van Cancel Culture noemt. Hiermee wordt de ‘populaire’ praktijk bedoeld waarbij







wordt opgeroepen een bedrijf of persoon te boycotten nadat ze iets beledigends hebben gedaan of iets wat geacht wordt beledigend of ongepast te zijn.

### Handelsmix uit stopcontact

Wise probeerde door hun actie de bij het servicebedrijf betrokken labels hun steun te laten intrekken om het zo te dwingen Atoom Alliantie te weigeren hun dienst te verlenen. “Ze kunnen het vragen, maar ik merk dat er een duidelijke verandering gaande is, waarbij mensen inzien dat het Klimaatakkoord tekort schiet en de keuze voor kernenergie een optie is.” Een klacht van Wise was dat Atoom Alliantie niet kan garanderen dat er alleen kernstroom uit een stopcontact komt. Bauduin:

“Iemand die alleen kernenergie als basis voor zijn stroomvoorziening wil, moet weten dat er een handelsmix van zon, wind, fossiel, biomassa en kernenergie uit het stopcontact komt.” Maar dat geldt natuurlijk voor alle afgesloten contracten, dus ook voor mensen die alleen volkoren windstroom uit Appelscha willen. Toch verkoopt Bauduin een eerlijker product dan een windstroomleverancier omdat windturbines alleen stroom leveren als het waait en kerncentrales, afgezien van zaken als onderhoud en splijtstofwisseling, 24/7 draaien.

### Adviesraad

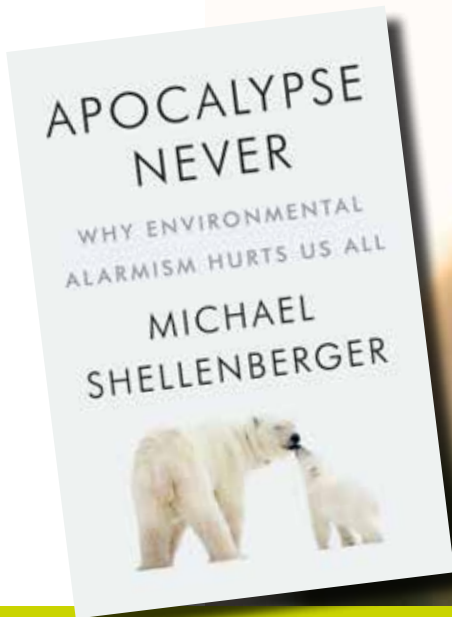
Veel mensen maar ook bedrijven zien het initiatief van Bauduin zitten. Biomassacentrales liggen al langer onder vuur en nu er steeds meer concrete locaties op land voor windturbines worden aangewezen zien mensen ook de keerzijde ervan. “Mensen gaan er beter over nadenken en komen uit bij kernenergie.” Hij ziet de groei van zijn bedrijf in twee fasen: ten eerste in de huidige situatie, de opbouw van draagvlak en de vorming van een alliantie. “Bij groei wil ik in een tweede fase, wanneer er winst wordt gemaakt, een deel van de opbrengst inzetten voor onderzoek en innovatieve projecten.” Dit

is onderdeel van zijn ambitie om groter te worden dan wat Atoomstroom had bereikt met ongeveer 20.000 klanten en het actief ondersteunen van projecten. Bauduin heeft hierbij een nog te vormen adviesraad voor ogen die hem daarbij kan adviseren. De inspiratie hiervoor komt van Kärnfull Energi, de Zweedse aanbieder van 100 procent atoomstroom. Zij beschikken ook over een adviesraad die is samengesteld uit mensen met diverse achtergronden waaronder artiesten, maar ook Kirsty Gogan (Energy for Humanity) en Steven Pinker, schrijver en psycholoog die recentelijk Verlichting Nu publiceerde. Bij Kärnfull Energi mogen klanten kiezen welke projecten voor donatie in aanmerking komen.

### Scherp aanbod

Omdat Bauduin met een servicepartner werkt heeft hij geen eigen leveringsvergunning en is Atoom Alliantie niet te vinden in het rijtje energieleveranciers op energievergelijkingssites. “Het bezitten van een eigen leveringsvergunning is een eis van de vergelijkingssites. Dus alle kleinere ‘niche labels’, en dat zijn er tientallen, zijn niet op deze sites te vinden.” Op de site atoomalliantie.nl kan een potentiële klant wel zeer snel vinden wat hij kwijt is aan lasten bij een overstap. Hieruit volgt een scherp aanbod dat zich kan meten met de voordeligste aanbieders. “Wat ik echter niet kan bieden is een welkomstbonus, wat een overstap naar een bedrijf met leveringsvergunning wellicht aantrekkelijker maakt. Ik ben met niets begonnen en heb geen marketingbudget.” Des te opmerkelijker dus dat de honderden klanten die Atoom Alliantie nu heeft een duidelijke keuze hebben gemaakt voor stroom van kernenergie. Bauduin: “Als je een echte liefhebber bent, heb je geen extra bonus nodig, en dat blijkt ook wel aan de gestage stroom van aanmeldingen.” **K**

Menno Jelgersma



**W**e worden er bijna dagelijks mee geconfronteerd op radio, televisie en social media, de boodschap dat de wereld in brand staat en dat er snel iets moet worden gedaan aan de milieuvervuiling en de opwarming van de aarde. Inmiddels is bijna iedereen overtuigd van de urgentie en de noodzaak tot actie. Maar er is ook een andere kant aan het verhaal, minder bekend en minder populair maar daarom niet minder belangrijk. In zijn nieuwste boek *Apocalypse Never* laat Michael Shellenberger zien dat de paniek en het doemdenken ongegrond is en gaat hij dieper in op de opkomst en de gevolgen van het apocalyptische milieuactivisme. Een boek met een positieve boodschap dat stemt tot nadenken.



## Apocalypse Never - Michael Shellenberger



Het is een fascinerende vraag: waarom promoten 'groene' activisten een beleid dat niet alleen schadelijk is voor de mens, maar ook voor het milieu? In zijn boek laat Shellenberger zien dat het alarmisme van radicale partijen meer kwaad dan goed doet en houdt hij een warm pleidooi voor 'environmental humanism', een milieubewustzijn dat wetenschappelijke feiten van fictie kan onderscheiden en die de positieve potentie van de mensheid ziet.

Het leven van een vijftiwintigjarige arme vrouw uit de Congo, Bernadette, loopt als een rode draad door het boek. Shellenberger gebruikt het voorbeeld van de vrouw om de lezer eraan te herinneren hoe dankbaar het is om te leven in welvarendheid, ook al nemen we het soms voor lief. Maar ook om empathie en solidariteit op te roepen met de minderbedeelden, terwijl tegelijkertijd de apocalyptische klimaat-claims in perspectief worden gezet. Claims die hij onjuist en ontmenselijkend noemt. "De mensheid is niet bezig om onnadenkend de natuur te vernietigen. Klimaatverandering, ontbossing, plastic afval, uitsterving van soorten zijn niet fundamenteel of het gevolg van hebzucht en overmoed, maar veeleer de neveneffecten van economische ontwikkeling die zijn ontstaan door het humanistische verlangen om het leven van mensen te verbeteren."

Shellenberger is zelf een bekende milieuactivist. In 2008 riep Time Magazine hem uit tot 'Hero of the Environment'. Zijn Ted-talk Onze angst voor kernenergie schaadt het milieu (How fear of nuclear power is hurting the environment) met Nederlandse ondertiteling is meer dan anderhalf miljoen keer bekeken op de website van TED. Hij hielp de laatste onbeschermden redwoods, bossen met mammoetbomen, ter wereld te redden en hij was actief betrokken bij de voorloper van de Amerikaanse Green New Deal. Ook leidde hij een succesvolle actie van klimaatwetenschappers en activisten om kerncentrales in bedrijf te houden en zo een

piek in de uitstoot te voorkomen. Eerder was hij co-auteur van het controversiële manifest *The Death of Environmentalism: Global Warming Politics in a Post-Environmental World*. Hierin stelt hij dat de milieubeweging niet kan omgaan met de klimaatproblematiek en dat die moet 'sterven' om plaats te maken voor een nieuwe politieke beweging.

Maar in 2019 kwamen er stemmen die beweerden dat "miljarden mensen zullen sterven". Die boodschap droeg bij aan de toenemende angst, ook onder adolescenten. Shellenberger besloot dat hij zich als levenslange milieuactivist, vooraanstaand energiedeskundige en vader van een tienerdochter, moest uitspreken om wetenschap en fictie van elkaar te scheiden. Het resultaat is *Apocalypse Never*. "Veel van wat mensen verteld wordt over het milieu, inclusief het klimaat, is fout terwijl het juist zo belangrijk is dat we het goed begrijpen. Ik besloot *Apocalypse Never* te schrijven omdat ik genoeg had van de overdrijving, het alarmisme en het extremisme die de vijand zijn van het positieve, het humanistische en rationele milieuactivisme", stelt Shellenberger zelf in zijn boek.

Shellenberger hecht grote waarde aan feiten en wetenschap. Het boek bevat dan ook meer dan honderd pagina's aan voetnoten die refereren aan talrijke artikelen, rapporten en media. Daardoor zal de ene lezer het boek zien als gedegen onderbouwd, terwijl een ander het als voorbeeld van 'cherry-picking' ziet. Feit blijft dat Shellenberger niet over één nacht ijs is gegaan. Hij stelt dat ondanks de decennialange aandacht van de nieuwsmedia velen nog steeds onwetend zijn over de basisfeiten over milieu en klimaat. De koolstofuitstoot bereikte zijn hoogtepunt en is in de meeste ontwikkelde landen al meer dan tien jaar aan het dalen. Doden door extreem weer, zelfs in arme landen, daalde 80 procent in de afgelopen vier decennia. En het risico van opwarming van de aarde tot zeer hoge temperaturen

wordt steeds onwaarschijnlijker dankzij de vertraagde bevolkingsgroei en het overvloedige aardgas. Hij verzet zich dan ook fel tegen organisaties zoals Extinction Rebellion die waarschuwen voor miljarden doden en het einde van de wereld. "Het IPCC-rapport bevat geen enkel apocalyptisch toekomstscenario", benadrukt de auteur.

Opvallend genoeg zijn de mensen die het meest verontrust zijn over de problemen ook diegenen die geneigd zijn om zich te verzetten tegen de voor de hand liggende oplossingen.

Wat zit er nu echt achter de opkomst van apocalyptisch milieubewustzijn? Er zijn enorme financiële belangen. Er is een verlangen naar status en macht, maar er lijkt ook een bijna religieuze benadering van het klimaatprobleem te ontstaan. Deze spirituele impuls hoeft niet negatief te zijn, maar in het alleen prediken van angst en schuld ziet Shellenberger geen oplossing.

*Apocalypse Never* is een zeer evenwichtig boek dat op een heldere en meeslepde manier een groot aantal milieuvraagstukken behandelt. Het laat de zwaktes zien van veronderstellingen van wetenschappers, de eenzijdige focus en verdraaiing van feiten door milieuorganisaties en de door financiële belangen ingegeven vooroordelen. De conclusies worden ondersteund door voorbeelden, overtuigende argumenten, feiten en brondocumentatie. Een must-read voor iedereen die is begaan met de aarde, de natuur en de mensen. **K**

*Ellen Jelgersma*

## Overzicht

Boek: **Apocalypse Never, Why Environmental Alarmism Hurts Us All**  
Auteur: **Michael Shellenberger**  
Uitgever: **HarperCollins Publishers Inc**  
Taal: **Engels**  
Uitvoering: **Hardcover**  
Aantal pagina's: **432**  
Prijs: **€ 23,99 / Ebook: € 15,99**

# Nieuwe algemeen directeur voor de World Nuclear Association

**D**e World Nuclear Association (WNA) heeft laten weten dat Agneta Rising, algemeen directeur sinds januari 2013, eind oktober uit haar functie zal treden. Ze zal worden opgevolgd door Dr. Sama Bilbao y León.

Voordat ze directeur van de World Nuclear Association werd, was Agneta Rising vice president Environment bij Vattenfall AB. In deze functie stond ze aan het hoofd van een pan-Europese afdeling die zich richt op energie, milieu en duurzaamheid. Eerder was Rising director voor Nuclear Business Development bij Vattenfall Generation. Rising is ook mede-oprichter en voormalig voorzitter van Women in Nuclear (WIN).

Dr. Sama Bilbao y León, momenteel het hoofd van de afdeling voor de ontwikkeling van nucleaire technologie en economie van het Agentschap voor Kernenergie van de OESO, is door de Raad van Bestuur benoemd tot de volgende directeur. Sama is het vertrekkende hoofd van de afdeling Ontwikkeling van nucleaire technologie en economie van het Agentschap voor kernenergie van de OESO. Ze heeft uitgebreide ervaring in de nucleaire

industrie (Nuclear Safety Analysis Engineer, Dominion Energy, VS), in de academische wereld (Director of Nuclear Engineering Programs en Associate Professor bij de afdeling Mechanical and Nuclear Engineering, Virginia Commonwealth University, VS) en in internationale organisaties (Technical Head of Water Cooled Reactor Technology Development Unit, International Atomic Energy Agency). Sama, die oorspronkelijk uit Spanje komt, heeft een bachelorsdiploma in werktuigbouwkunde en een masterdiploma in energietechnologie aan de Polytechnische Universiteit van Madrid; een masterdiploma en een PhD in nucleaire techniek en ingenieursfysica van de Universiteit van Wisconsin - Madison; en een MBA van de Universiteit van Averett. Haar expertisegebieden zijn nucleaire thermo-hydraulica voor zowel lichtwaterreactoren als natriumgekoelde reactoren, het ontwerp van kernreactoren, nucleaire veiligheid, energie en milieubeleid, en complexe besluitvorming. Haar uitgebreide ervaring met het werken in internationale omgevingen maakt haar bijzonder geschikt voor deze nieuwe rol, zo laat de World Nuclear Association weten.

Agneta Rising: "Het is voor mij een enorm voorrecht geweest om de vereniging te leiden, en ik heb er alle vertrouwen in dat de

organisatie in de juiste positie is om het essentiële werk voort te zetten.



© Foto: WNA

**K** Dr. Sama Bilbao y León is door de Raad van Bestuur benoemd tot de volgende directeur.

De Association heeft de hoogste erkenning gekregen van andere wereldwijde, intergouvernementele en gouvernementele organisaties, en met het Harmony-doel voor ogen hebben we nu een gezamenlijke visie voor de mondiale industrie om op volle snelheid verder te gaan." Philippe Knoche, voorzitter van de World Nuclear Association en CEO van Orano, zei: "Al onze dank gaat uit naar Agneta voor deze acht jaar van ijverig leiderschap in uitdagende tijden. Haar energie en directe relaties zorgden voor een grote invloed en erkenning voor onze industrie. Na haar aanstelling zei Dr. Bilbao y León: "Ik ben vereerd en blij dat ik de kans heb gekregen om de World Nuclear Association te leiden.

Agneta laat een aantal zeer grote schoenen achter om te vullen en ik zal mijn best doen om dat te doen. Ik kijk ernaar uit om samen te werken met de leden van de vereniging, het bestuur en het secretariaat om te blijven pleiten voor kernenergie als een schone, betrouwbare, kosteneffectieve en koolstofarme energiebron." Agneta Rising zal tot eind oktober aanblijven als directeur, met inbegrip van een overdrachtsperiode met haar opvolger. **K**

Ellen Jelgersma



© Foto: WNA

**K** Agneta Rising, algemeen directeur sinds januari 2013, zal eind oktober uit haar functie treden.





## Promotie dr. Marco Tiberga aan TU Delft

**O**p maandag 24 augustus 2020 is Marco Tiberga aan TU Delft gepromoveerd op zijn proefschrift over nieuwe numerieke methoden voor berekeningen aan de gesmoltenzoutreactor met een snel neutronspectrum (MSFR). Vanwege Covid-19 was de verdediging gedeeltelijk online; een bijzondere maar helaas ook minder feestelijke ervaring. De loftuitingen aan het adres van dr. Tiberga waren er niet minder om.

Het modelleren van een gesmoltenzoutreactor is een uitdaging vanwege de unieke fysische verschijnselen die worden veroorzaakt door het gebruik van een vloeibaar zout met splijtstof dat tegelijkertijd dient als koelmiddel: transport van splijtstof en splijttingsproducten, een sterk negatieve temperatuur-terugkoppelcoëfficiënt en een ruimtelijk verdeelde warmteontwikkeling direct in het koelmiddel. Bovendien induceert de geometrie van het reactorvat vaak complexe driedimensionale stromingseffecten. Om deze redenen blijken traditionele nucleaire rekencodes vaak te onnauwkeurig en moeten ze worden vervangen door gespecialiseerde codes. Numerieke simulaties zijn essentieel om de gesmoltenzoutreactor verder te ontwikkelen, gezien de schaarse operationele ervaring met deze nucleaire technologie en de afwezigheid van experimentele reactoren.

Dit proefschrift presenteert de ontwikkeling van een codesysteem dat is gericht op het nauwkeurig modelleren van de karakteristieke aspecten van een gesmoltenzoutreactor, te weten, driedimensionaal neutronentransport,

vloeistofstroming en warmteoverdracht. Bijzonder aan het nieuwe codepakket is dat de simulatietijd kan worden geoptimaliseerd door de rekenroosters voor de neutronica en thermo-hydraulica berekeningen te laten verschillen, waarbij de laatste typisch verfijnder is in regio's met lage neutronendichtheid maar grote stromingsgradiënten (bijv. dicht bij de wanden van de reactor). Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van het Euratom SAMOFAR-project, dat door TU Delft werd gecoördineerd.

Dr. Tiberga heeft naast de ontwikkeling van het numerieke codepakket ook het gedrag van de snelle gesmoltenzoutreactor, zowel in stationaire toestand als tijdens verschillende tijdafhankelijke scenario's, gesimuleerd om de veiligheid van het huidige reactorontwerp te beoordelen. De volgende scenario's zijn doorgerekend: verlies van koeling, verlies van brandstofstroming, totaal vermogensverlies, pomp over-toeren, en zout over-koeling. Berekeningen van de stationaire toestand laten zien dat eerdere aanpassingen aan de geometrie van de MSFR-reactorkern effectief zijn

in het verwijderen van ongewenste temperatuureffecten bij de ingang van het reactorvat. Uit de gesimuleerde transiënten kon de veiligheid van dit reactorontwerp worden bevestigd. Door de grote warmtecapaciteit van het zout en de sterke terugkoppeling, behoudt de zouttemperatuur altijd een aanzienlijke marge ten opzichte van het vriespunt en de kritische temperatuur die schade aan structurele materialen veroorzaakt. De natuurlijke circulatie is echter beperkt, dus verdere optimalisatie van het ontwerp moet gericht zijn op het verminderen van drukverliezen in het brandstofcircuit.

Dit onderzoek vormt een solide basis voor de Europese vervolgstudie die momenteel wordt uitgevoerd in het eveneens door TU Delft gecoördineerde SAMOSAFER onderzoek. Het proefschrift getiteld Development of a high-fidelity multi-physics simulation tool for liquid-fuel fast nuclear reactors kan via de repository website van TU Delft, via [www.rst.tudelft.nl](http://www.rst.tudelft.nl) of via [www.samofar.eu](http://www.samofar.eu) worden gedownload. **K**

Jan Leen Kloosterman

## Goedkeuring voor de SMR van NuScale

NuScale Power schrijft geschiedenis met het ontwerp van de allereerste kleine modulaire reactor (SMR) die de goedkeuring van de Amerikaanse toezichthouder, de Nuclear Regulatory Commission (NRC) heeft gekregen. Hiermee is het bedrijf klaar om zijn SMR-technologie in de komende jaren op de markt te brengen. Het gaat om een nieuwe modulaire lichtwaterreactor die is ontwikkeld voor de levering van energie voor elektriciteitsopwekking, stadsverwarming, ontzilting en andere toepassingen van proceswarmte. De SMR is voorzien van een volledig in de fabriek vervaardigde NuScale Power Module™ die in staat is om 60 MW aan elektriciteit op te wekken met behulp van een veilige, kleine en schaalbare versie van de drukwaterreactortechnologie. Het schaalbare ontwerp van NuScale - een energiecentrale die tot 12 afzonderlijke energiemodules kan huisvesten - biedt de voordelen van koolstofvrije energie en vermindert de financiële verplichtingen die gepaard gaan met gigawattgrote nucleaire faciliteiten.

Met de publicatie van het Final Safety Evaluation Report (FSER) heeft de NRC de laatste fase van de Design Certification Application (DCA) voor de SMR afgerond. Het FSER staat voor de voltooiing van de technische evaluatie en de goedkeuring van het SMR-ontwerp van NuScale. Het bedrijf besteedde meer dan 500 miljoen dollar en meer dan 2 miljoen arbeidsuren om de informatie te ontwikkelen die nodig was om de DCA-applicatie voor te bereiden. Het bedrijf diende ook 14 afzonderlijke thematische rapporten in naast de meer dan 12.000 pagina's voor zijn DCA-applicatie en leverde meer dan 2 miljoen pagina's ondersteunende informatie voor NRC-audits. Het bedrijf is geïnteresseerd in binnenlandse en internationale klanten die de NuScale-centrale zien als een oplossing voor het leveren van betrouwbare, veilige, betaalbare en operationeel flexibele koolstofvrije energie voor diverse toepassingen. NuScale heeft overeenkomsten gesloten met instellingen in de VS, Canada, Roemenië, Tsjechië en Jordanië. **K**

Bron: <https://newsroom.nuscalepower.com>

© Photo courtesy of NuScale







# Uitzending gaat vooraf aan internationale NRG-conferentie

**E**ind oktober had NRG de eerste van een tweejaarlijkse reeks internationale conferenties in Amsterdam willen organiseren over nut en noodzaak van kernenergie als onderdeel van een CO<sub>2</sub>-vrije toekomst. Corona gooide roet in het eten, dus verschuift het evenement naar maart 2021. Wel komt er een uitzending in oktober die live wordt gestreamd en op de website te zien zal zijn. Joost van den Broek, business unit director bij NRG, vertelt over de aanleiding en opzet van de eerste conferentie. “Er gebeurt internationaal ontzettend veel, maar iedereen zit een beetje op zijn eigen onderwerp. Wij willen er als een satéprikker doorheen en ervaringen uitwisselen.”

De rol die kernenergie kan spelen als deel van de oplossing voor het klimaatprobleem krijgt in toenemende mate aandacht. Dat lijkt ook voor NRG te gelden waar de focus in de afgelopen jaren ogenschijnlijk vooral bij medische isotopen lag. Van den Broek: “Er is inderdaad veel aandacht voor medische isotopen, maar dat neemt niet weg dat NRG al sinds de jaren zestig onderzoek doet naar CO<sub>2</sub>-arme energieopwekking.

Dat is altijd zo gebleven tot op de dag van vandaag met specifiek onderzoek en advies voor energietoepassingen en materialen. Of je nucleaire technologie nu inzet bij de ontwikkeling van medische isotopen, er een industrieel proces mee bewaakt of energie mee opwekt. Wij zien in al die toepassingen grote voordelen. Het is in ieder geval onze overtuiging dat kernenergie een plek verdient in de discussie rond het klimaatvraagstuk”,

betoogt Van den Broek. Hij zou daarom het liefst zien dat de polarisatie rond het onderwerp verdwijnt. Niet in de laatste plaats omdat wanneer je nu kijkt naar de meest recente IPCC-klimaatberekeningen het maken van stappen richting CO<sub>2</sub>-reductie met renewables nauwelijks mogelijk is. Met name wanneer je ook de leveringszekerheid, betrouwbaarheid en betaalbaarheid wilt garanderen. “Ik heb geen glazen bol, maar als er op korte termijn geen grootschalige opslag van energie mogelijk is, zal het zonder kernenergie heel moeilijk worden.” En dat geldt volgens hem omdat de behoefte aan energie wereldwijd gaat toenemen en al helemaal als je tegelijkertijd gas en kolen wilt uitfaseren.





## Redenen voor een conferentie

Positieve ontwikkelingen in de sector ziet Van den Broek bij de aandacht voor nieuwe generatie kernreactoren zoals modulaire reactoren of gesmoltenzoutreactoren. “De samenleving ziet kernenergie nog steeds als duur en onveilig en de belofte van nieuwe technologieën is toch dat daar oplossingen voor worden bedacht.” De Gen-IV-reactoren zijn fantastische concepten waaraan wordt gewerkt, maar het is duidelijk dat de ontwikkeling tijd en geld kost. In de tussentijd liggen er kant-en-klare ontwerpen op de plank die met wisselend succes worden gebouwd. Van den Broek wijst hierbij naar de bouw van de European Pressurized Reactor (EPR) die in China volgens planning en budget verloopt terwijl die in Europa vertragingen oploopt. “In het westen heeft men grote moeite met dit soort grootschalige projecten wat leidt tot tijds- en kostenoverschrijdingen. En dat leidt tot het probleem dat de nucleaire optie in een slechter daglicht komt te staan.” Wat dus belangrijk is dat ervaringen tussen landen worden gedeeld. En juist dit is een van de redenen waarom NRG een internationale conferentie wil organiseren. “We moeten van elkaar leren en er niet vanuit gaan dat de techniek niet deugt. Richt je op de bestaande reactoren en hoe je die veilig naar de eindstreep kunt brengen en kijk vervolgens naar de nieuwe en geavanceerde reactoren.” Er blijkt behoefte aan een conferentie waarbij naar het gecombineerde beeld wordt gekeken. Van den Broek denkt daarbij aan een overkoepelende bijeenkomst waar reactorbouwers en toeleveringsbedrijven aanwezig zullen zijn, alsook toezichthouders en uitbaters van kerncentrales met NRG als spin in het web.

## Uitzending als opwarmertje

Traditionele conferenties hebben vaak een centraal onderwerp, zoals: gesmoltenzoutreactoren, of zijn heel algemeen: kernenergie. NRG wil juist een brede opzet met de rol van kerntechnologie

in een CO<sub>2</sub>-vrije toekomst als rode draad. “Er gebeurt internationaal ontzettend veel en er zijn legio initiatieven. Maar iedereen zit een beetje op zijn eigen onderwerp en zelfs soms als concurrent. Wij willen er als een satéprikker doorheen en ervaringen uitwisselen.” De conferentie was eigenlijk gepland voor oktober dit jaar. Maar door de corona-maatregelen is de datum naar maart 2021 verschoven. Wat er in oktober voor in de plaats komt, is een uitzending, een soort “De Wereld Draait Door opzet”, zoals Van den Broek het noemt, waarbij een aantal deskundigen uit binnen- en buitenland aan het woord komt die het doel van de conferentie zullen aangeven bij wijze van opwarmertje

voor de fysieke conferentie eind maart 2021 in het NEMO in Amsterdam. Het is de bedoeling dat het een tweejarig evenement zal zijn op ‘executive’ én ‘expert’ niveau en zal anderhalve dag duren. “Op dag één gaat het om het kader en de noodzaak tot samenwerking binnen de sector. Wij hebben hiervoor Rita Baranwal (Department of Energy, VS), Roger Garbil (EC) en Kirsty Gogan (Energy for Humanity) weten te interesseren. Op dag twee gaan we meer de diepte in met de thema’s LTO, nieuwbouw en advanced reactoren met sprekers uit de industrie, regulators en start-ups zoals Terrestrial Energy. Uiteraard biedt de conferentie de uitgelezen kans tot netwerken.” ➤

## Joost van den Broek



Joost van den Broek is tien jaar geleden bij NRG terechtgekomen als teamleider van het Veiligheids- en Vergunningenteam en was als zodanig betrokken bij veel projecten op het gebied van nucleaire veiligheid voor de Kerncentrale Borssele. Zowel de technische kant als het jezelf ervan overtuigen dat alles voldoet aan de veiligheidseisen en dat vervolgens aantonen aan de Kern Fysische Dienst, de toenmalige toezichthouder. Na het leiden van een reorganisatie in 2014 werd Van den Broek unit directeur van de afdeling Consultancy & Services verdeeld over twee vestigingen in Arnhem en Petten. Als internationaal opererende nucleaire dienstverlener beschikt NRG met deze unit over een gevarieerde groep hoogopgeleide deskundigen met een ruime ervaring op zowel nucleair als niet-nucleair gebied. Zij adviseren en ondersteunen op de drie hoofdgebieden veiligheid, techniek en regelgeving zodat opdrachtgevers veilig en verantwoord om kunnen gaan met nucleaire technologie. “Dat is heel breed en betreft stralingsbescherming, long term operations, inspecties, metingen van hoge tot natuurlijke radioactiviteit. De gemene deler is radioactiviteit, straling en alles wat daarmee samenhangt”, legt Van den Broek uit. Als voorbeeld geeft hij aan dat NRG-medewerkers op dit moment werkzaam zijn bij de Zweedse kerncentrale Forsmark maar ze werken tegelijkertijd ook bij ziekenhuizen. Met een achtergrond in de werktuigbouw beginnen zijn handen “te jeuken”, zoals hij zegt als hij techniek ziet. In de nucleaire technologie waar met heel veel conventionele technieken wordt gewerkt, kan Van den Broek dan ook goed uit de voeten. “Al ben ik daar uit hoofde van mijn functie steeds minder bij betrokken; mijn passie ligt er nog steeds.”

In november zal ook de conferentiewebsite live gaan via [www.nrg.eu](http://www.nrg.eu) waarop de uitzending te zien zal zijn.

## Kansen voor Nederland

De kansen op een nieuwe kerncentrale in Nederland lijken gering, maar toch ziet Van den Broek dat er verschuivingen plaatsvinden. “Wat nodig is, is een gunstig investeringsklimaat en een verandering wat betreft ‘strafmaatregelen’ die voorschrijven dat je als kerncentrale moet afregelen als het gaat waaien of de zon gaat schijnen.” Moderne centrales zijn daar tot op zekere hoogte wel toe in staat, maar je kan er volgens hem geen business case op maken. “Het gaat om grote infrastructurele projecten waarbij ook de overheid een rol moet spelen. Er worden miljarden in windenergie geïnvesteerd met subsidies vanuit de overheid; dat zou ook voor kernenergie moeten. Daarnaast is een stabiele visie op regelgeving vereist in combinatie met het juiste risicomanagement. Daarmee creëer je voor investeerders helderheid over de lange termijn met de nodige garanties.” Door in kernenergie te investeren blijft internationale aansluiting gewaarborgd. “Wereldwijd zijn er meer kerncentrales in aanbouw dan ooit het geval was. Landen die het qua CO<sub>2</sub>-emissies goed doen hebben een groot aandeel met een mix van waterkracht, wind- en kernenergie.” Van den Broek legt ook uit dat in de COP-25 (Conference of the Parties, de klimaatconferentie van de VN) aanvankelijk stond dat er geen ruimte was voor kernenergie terwijl daar nu in valt te lezen dat meer kernenergie een belangrijk onderdeel van oplossing vormt. “Op zich zijn de randvoorwaarden voor nieuwbouw in Nederland aanwezig. De kennisinfrastructuur is er, de wet- en regelgeving is op orde en er zijn waarborglocaties in Nederland.” Waar het nu vooral op aankomt zijn de financierbaarheid en het maatschappelijk draagvlak. **K**

Menno Jelgersma

# UMCG publiceert als eerste ter wereld

Minder risico op complicaties na bestraling in het hoofdhalsg gebied met protonentherapie

**S**inds januari 2018 worden patiënten met hoofdhalstkanker in het UMCG Protonentherapiecentrum in Groningen bestraald met protonentherapie. Hiermee worden zowel de acute bijwerkingen tijdens de bestraling, als de blijvende complicaties na de behandeling vaak verminderd. Een voorbeeld van zo'n complicatie is niet goed meer kunnen slikken.

Om te bepalen of een patiënt in aanmerking komt voor deze innovatieve bestralingstechniek moet vooraf een planningsvergelijking worden gedaan. Er wordt zowel een fotonen bestralingsplan gemaakt als een protonen bestralingsplan. Deze worden vervolgens vergeleken. Op basis hiervan wordt bepaald of bijwerkingen en complicaties kunnen worden voorkomen.

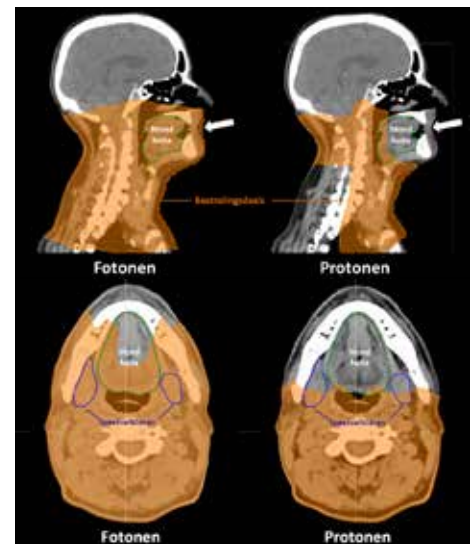
## Minder risico op complicaties na bestraling

De afdeling Radiotherapie van het UMCG heeft nu als eerste in de wereld gepubliceerd over de resultaten van de planningsvergelijkingen voor patiënten met hoofdhalstkanker. Van de 227 onderzochte patiënten kwamen er uiteindelijk 80 (35%) in aanmerking voor protonentherapie. Bij deze patiënten werd in vrijwel alle organen (bijvoorbeeld de speekselklieren en de mondholte) een aanzienlijke vermindering gezien van de bestralingsdosis. Soms zelfs van wel meer dan 40%. Deze verminderde bestraling resulteerde in een verwachte afname van het risico op complicaties, ten opzichte van fotonenbestraling. Dit is variërend van 17% voor het droge mond syndroom tot 37% voor ernstige slikproblemen die leiden tot afhankelijkheid van sondevoeding.

## Conclusie

Ten opzichte van fotonentherapie kan met protonentherapie de dosis in verschillende organen in het hoofd-halsgebied aanzienlijk worden verminderd. Dit zorgt voor een afname van blijvende complicaties na bestraling. **K**

Bron: UMCG Protonentherapiecentrum Groningen



<https://umcgprotonentherapiecentrum.nl/minder-complicaties-na-bestraling-in-het-hoofdhalsg gebied-met-protonentherapie/>





# Uitbreiding HABOG door langere levensduur KCB en onderzoeks- reactoren



**E**woud Verhoef, plaatsvervangend directeur COVRA werkt hard aan de uitbreiding van het Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG). Dat is nodig omdat de KCB en de twee onderzoeksreactoren langer in bedrijf blijven dan aanvankelijk beoogd. De drie modules waaruit het huidige modulair opgebouwde HABOG bestaat, worden met twee nieuwe modules uitgebreid. Ewoud Verhoef, plaatsvervangend directeur COVRA, licht het project toe.

“We zijn een organisatie die is belast met het zorgen en beheren van radioactief afval. Hierbij maken wij onderscheid op basis van de hoeveelheid straling die er van het afval afkomt. Voor afval dat heel veel straalt, nemen wij zwaardere maatregelen

om die straling af te schermen dan voor afval dat veel minder straalt. Dat betekent dat je voor de soorten afval die gewoonlijk worden onderscheiden in laag-, middel- en hoogradioactief afval andere opslagplaatsen moet bouwen.” Het HABOG is bedoeld

voor het afval dat het meeste straalt: het hoogradioactief afval. Dat vereist een hele zware constructie om de medewerkers en het milieu te beschermen. Daarom is het gebouw voorzien van muren die 1,7 meter dik zijn. “Maar tegelijkertijd moet het HABOG het afval ook beschermen tegen ons en tegen al de rampen die zouden kunnen optreden in de periode dat het onder onze verantwoordelijkheid ligt opgeslagen.” Hierbij valt te denken aan rampen zoals: gaswolkexplosies, overstromingen, tornado's, neerstortende vliegtuigen en aardbevingen. “We slaan het afval hier voor ten minste honderd jaar op, dus het moet gedurende die tijd veilig zijn. Maar het gebouw is berekend op extreme gebeurtenissen die eens in een miljoen jaar kunnen plaatsvinden.” ✂



© Angela Verdam

**Y** De uitbreiding in aanbouw met het bestaande HABOG op de achtergrond.

## Nucleair ontwerppeil

Om daar iets zinnigs over te zeggen wordt gerekend op basis van modellen. “We weten hoe de ondergrond is opgebouwd. Hieruit kunnen we afleiden hoe hard het hier gaat trillen wanneer het gebouw door de extreemst denkbare aardbeving wordt getroffen.” Hetzelfde geldt ook voor overstromingen; wat is het hoogst denkbare peil en hoe hoog kunnen de golven worden? “Op basis van deze extremen kom je op het nucleair ontwerppeil en dat is bijna tien meter.” Door de vorm die het gebouw heeft gekregen ligt dat niveau zelfs nog een paar meter hoger voordat water in het gebouw bij de buizen kan komen waarin het hoogradioactief afval is opgeslagen. Daarmee hield de ontwerpexercitie nog niet op want wat gebeurt er wanneer daadwerkelijk water bij het afval terecht komt? “Het gebouw is zodanig ontworpen dat er geen kritische reactie in het afval kan ontstaan. Het zout in het zeewater kan op de lange termijn wel een effect hebben op de roestvaststalen (RVS) buizen waarin het afval is opgenomen. In dat geval kunnen we de buizen vervangen.” Het bestaande HABOG beschikt over drie modules

waarvan er twee in gebruik zijn. Dat biedt COVRA de mogelijkheid om wanneer dat nodig mocht blijken het afval te verplaatsen naar nieuwe RVS-buizen door het afval eerst naar de lege module over te brengen en de blootgestelde buizen te vervangen door nieuwe. “Het belangrijkste is dat het afval gekoeld wordt. Wat dat betreft is het niet erg als er water in gebouw staat, want dat koelt beter dan lucht.”

## Modulair uitbreidbaar

Er ligt nu 110 kubieke meter hoogradioactief afval opgeslagen. Dat betreft zowel koud afval als warmtegenererend afval. Voor het koude afval is voldoende opslag voorhanden. De uitbreiding is nodig voor het warmtegenererend afval. Met de uitbreiding van twee modules verdubbelt de opslagcapaciteit en is COVRA toekomstbestendig voor de drie Nederlandse reactoren die nu in bedrijf zijn. Dat het bestaande HABOG niet toereikend is, komt omdat ervan uit werd gegaan dat de onderzoeksreactoren in Petten en Delft en de Kerncentrale Borssele eerder zouden sluiten. Het gebouw dat

uit drie modules bestond, is modulair uitbreidbaar ontworpen en gebouwd. De muur aan de achterzijde van het gebouw was als laatste geplaatst en is zodanig geconstrueerd dat COVRA een doorbraak en een nieuwe module relatief eenvoudig kan bijbouwen. Op deze muur hing een kunstwerk van de Zeeuwse kunstenaar William Verstraeten. Verstraeten werd al in 2001 door de toenmalige directeur van COVRA Hans Codée bij de ontwikkeling van het HABOG betrokken. Het kunstwerk lijkt op het eerste gezicht op de afbeelding van de Engelse kust bij Dover. Maar bij nadere beschouwing is het een impressie van de Zeeuwse kust. “Dat beeld past goed bij COVRA. Mensen hebben vaak een ander beeld van wat wij hier doen. Wanneer ze de tijd nemen om te zien hoe we hier met radioactiviteit omgaan, nuanceert dat beeld.” Verhoef benadrukt dat communicatie hierin een belangrijke rol speelt. Transparantie is het sleutelwoord. “Hoe meer mensen zien wat hier gebeurt, hoe beter dat is voor de beeldvorming.” Het bestaande HABOG was destijds ontworpen met het oog op de toen te verwachten hoeveelheid afval. Maar een eventuele uitbreiding kon niet worden uitgesloten. Dat is ook nu het geval. Als er in de toekomst kerncentrales bijgebouwd zouden worden, voorziet het terrein in ieder geval in voldoende ruimte. “Voorwaarde zou wel zijn dat een eventuele nieuwe centrale het afval opwerkt in Frankrijk want het gebouw is ontworpen voor dat soort afval en niet voor gebruikte splijtstofelementen.” Dat heeft volgens Verhoef te maken met de lengte van de elementen van ongeveer 5 meter, dat vereist langere opslagbuizen en een hogere kraaninstallatie.

## Een gebouw als kunstwerk

Het traject van de uitbreiding start met overleg met de klanten; de afvalproducenten. “Wanneer duidelijk is dat de grens van voor klanten gebouwde opslagcapaciteit in zicht komt, neem je contact met hen op om een uitbreiding



gezamenlijk te organiseren." De uitbreiding, zo legt Verhoef uit, maakt deel uit van de revisievergunning, waarin de hele kernenergievergunning, het veiligheidsrapport en de MER vernieuwd worden. "Je begint met een startnotitie waarin je aankondigt wat je van plan bent en gaat vervolgens een traject van overleg in met het bevoegd gezag. In de revisievergunning van de kernenergievergunning waren twee belangrijke wijzigingen opgenomen: de bouw van het tweede Verarmd uraniumoxide Opslag Gebouw (VOG-2) op een andere locatie dan eerder was vergund en de uitbreiding van het HABOG. Het ontwerp van de uitbreiding van het HABOG lag al vast." Verhoef benadrukt dan het gebouw niet alleen een technisch gebouw is maar ook een kunstwerk. "Onze gebouwen zijn een canvas voor een verhaal dat vertelt hoe wij omgaan met radioactiviteit." Ook is het makkelijker te begrijpen dat je als eigenaar beter zorgt voor een gebouw dat ook een kunstwerk is." Het HABOG is een kunstwerk en ook de uitbreiding is een kunstwerk. Overleg met de kunstenaar is daarom essentieel. Ook de bouwer van het HABOG is nu weer aan de gang. COVRA oriënteert zich nu op de opening, maar de datum daarvoor staat nog niet vast. "Na de oplevering van het gebouw volgt eerst de ingebruikstellingsfase met een programma van testen waarbij we gaan kijken of alle apparatuur naar behoren functioneert. Als alles is afgevinkt kunnen we naar verwachting medio 2021 het eerste afval ontvangen." Het werk bij COVRA is echter nooit af. "We kijken altijd naar de toekomst of we meer capaciteit nodig hebben. Met VOG-2 hebben we voldoende opslagmogelijkheden voor verarmd uranium, met de uitbreiding van het HABOG voldoende voor warmtegenererend hoogradioactief afval. Een mogelijke volgende stap is dus de uitbreiding van opslagcapaciteit voor laag- en middelradioactief afval." **K**

Menno Jelgersma

## Column



## Het nieuwe groen

Stelt u zich eens voor dat het Chernobyl ongeluk niet was gebeurd. Dat had gekund. Een alerte partijfunctionaris, type Gorbatsjov, had de vergunning voor die RBMK-reactoren kunnen weigeren. Of dat fatale experiment was in een andere RBMK-reactor uitgevoerd, een reactor met een betere kerngeometrie, zonder instabiliteit bij laag vermogen. Dan was de groei van kernenergie niet vertraagd. Dan was het aandeel

kernenergie in onze wereldwijde energiemix anno 2020 geen 7 procent, maar minstens 15 procent geweest. Dan hadden we hier überhaupt al geen kolencentrales meer gehad.

Houdt u dit beeld even vast. Want met de dag wordt duidelijker dat de klimaatwedstrijd zonder kernenergie niet is te winnen. Bio-energie is als doorzichtige CO<sub>2</sub>-boekhoudtruc volledig door het ijs gezakt. Burgers pikken de stank van al die biomassacentrales niet meer. Niemand wil nog windmolens en de stroom uit al die zonnepanelen die ondertussen op een miljoen Nederlandse daken liggen, past nu al niet meer op het net. Ook in het vervoer, de industrie, de gebouwde omgeving: overal piept en kraakt het Klimaatakkoord.

En dus gaat de VVD, na ruim tien jaar dwalen met groen, weer vol op het orgel met kernenergie. Niet met één nieuwe centrale, kom op zeg: tien nieuwe kerncentrales! Uiteraard reageert de hele groene energiesector als door een wesp gestoken: te duur, te laat, afval, onveilig, enzovoort, u kent de fabels wel. Over tien jaar vergaat onze planeet, maar #kernenergie is niet nodig hoor, bedankt. En dat onderzoek over de kosten van nieuwe kerncentrales, uitgevoerd in opdracht van Minister Wiebes, daar deugt natuurlijk he-le-maal niets van.

Tja. Het is de groene logica die niet langer deugt, dames en heren. Wat energiedeskundigen al jaren roepen dringt nu overal door: je kunt een uitslaande brand niet blussen met emmertjes water. Daar heb je brandweerwagens voor nodig: kerncentrales dus. Kernenergie wordt het nieuwe groen. Wen er maar aan. **K**

André Wakker

---

Dr. Ir. André Wakker is zelfstandig organisatieadviseur, en energiedeskundige. Voorheen werkte hij als business developer bij achtereenvolgens Shell, ECN en NRG. Als levenslang voorvechter van kernenergie mengt hij zich regelmatig in het energietransitiedebat. Hij is afgestudeerd in de kernfysica en gepromoveerd op fluctuaties in extreem onderkoeld water.



# Bouwkundige uitdagingen bij de constructie van een uniek gebouw

✎ Jan Kees Weststrate, projectleider COVRA

Weststrate is afkomstig uit de werktuigbouw, maar vertelt dat hij al veertig jaar in de civiele bouw werkt. Anders dan bij de reguliere civiele bouw is het kenmerk van een bouwproject in een nucleaire omgeving dat het een lang voortraject kent. Dat is koren op de molen van Weststrate: "Als ik mag kiezen werk ik het liefst front-end, dat is werken in de voorbereidingsfase van een project; de omvang (scope) bepalen en vastleggen, dat in de markt zetten, commerciële besprekingen voeren en contracten opstellen." Bij COVRA kreeg hij de gelegenheid om daaraan gekoppeld als projectleider ook de bouw van de uitbreiding

van het HABOG te doen. Dit gebouw dat in 2002 werd opgeleverd, is modulair uitbreidbaar. Dat geldt zowel voor het koude afval dat in 'bunkers' ligt opgeslagen, als het warmte producerende afval dat in een 'vault' is opgeslagen. In het bestaande HABOG zijn drie vaults. "Twee daarvan zijn in gebruik en één moet leeg blijven. Als je bijvoorbeeld na veertig jaar eens wilt kijken hoe de staat van het beton in een van deze vaults is, moet je er wel bij kunnen." In dat geval kan je het afval ompakken naar de leegstaande vault. Weststrate was twintig jaar geleden ook bij de bouw van het HABOG betrokken: "Om het HABOG modulair uitbreidbaar te maken

**H**et Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG) is een zware jongen met muren van 1,7 meter dik. Het gebouw dat uit drie modules bestaat voor de opslag van zowel warmte-producerend als 'koud' hoogradioactief afval, is zodanig ontworpen dat het, indien noodzakelijk met nieuwe modules kan worden uitgebreid. Die uitbreiding vindt op dit moment plaats met de bouw van twee nieuwe modules voor het warmte-producerende afval. Jan Kees Weststrate, projectleider COVRA en Henk Boudewijn, opzichter civiel bij COVRA, die beiden nauw bij het project betrokken zijn, vertellen over de uitdagingen bij de constructie van een uniek gebouw.

hebben we de wapening destijds laten eindigen in een schroefkoppeling. Om hierop aan te sluiten hoefde de aannemer alleen vijf centimeter betondekking weg te halen." De koppelingen zijn zichtbaar door de gele plastic dopjes waarmee ze waren afgesloten. "Dopje eraf, schroefdraad aan het nieuwe staal en zo konden we verder bouwen." Maar zo eenvoudig als het klinkt, ging het natuurlijk niet.

## Scenario's

De architectonische tekeningen en gewenste dimensies voor de uitbreiding stonden al op papier. Maar dat betekent

niet dat Weststrate direct contact met een aannemer kon opnemen. “Wat ontbrak waren de sterkteberekeningen.” Om het probleem uit te leggen pakt hij pen en papier. Het HABOG staat ‘op staal’. Dat betekent dat het gebouw met zijn fundering zonder heipalen op de vaste ondergrond staat. In het huidige gebouw met muren van 1,7 dik is in de constructie 32.000 m<sup>3</sup> beton verwerkt en 5.500 ton staal. “De grond onder het gebouw is daardoor enigszins ingeklonken.” Maar de snelheid daarvan neemt in de loop der tijd af. “Daardoor zal het in de toekomst minder ‘zetten’. Een nieuw gebouw dat aan het HABOG wordt vastgemaakt zal echter ook de neiging hebben om te zetten. Dat betekent dat op de aansluiting scheurvorming kan ontstaan en dat moet worden voorkomen.” Om inzicht te krijgen in de zetting van de uitbreiding heeft COVRA een haalbaarheidsopdracht aan de BAM verstrekt. “Zoeken jullie eens uit welke varianten er zijn om die uitbreiding te doen.” Daaruit volgden verscheidene scenario’s. Uiteindelijk werd gekozen voor de variant met grondverbetering en voorbelasting van de locatie. Een tweede aanpassing was om de twee modules op een afstand van 3 meter van de bestaande bouw realiseren en vervolgens het tussenstuk de bouwen. Direct aansluiten op een bestaand gebouw dat in bedrijf is, was onwenselijk.

## StabiAlerts

Om de zetting van het nieuwe gebouw te minimaliseren is grondverbetering toegepast en is de grond voorbelast. “De grondverbetering was noodzakelijk omdat op 5 meter onder het maaiveld een kleilaag zat die samendrukbaar is. Die moest er dus uit. De put is met het best verdichtbare zand opgevuld.” De afgegraven grond is vervolgens als voorbelasting op het

verdichte zand geplaatst om de primaire zetting na te bootsen. Naderhand is deze grond verdeeld over het omliggende terrein. Weststrate: “Nu kunnen we de secundaire zetting monitoren.” Daarvoor zijn in de gevels StabiAlerts aangebracht, een soort sensorische ijkpunten die continu nauwkeurige data leveren over de toestand van het HABOG. Uiteindelijk is de uitbreiding toch nog zo’n vier centimeter gezakt. “Nu koppelen we de gebouwen aan elkaar en zullen beide gebouwen als één geheel in de toekomst een gelijke zetting vertonen. De nu nog optredende zettingen

worden periodiek gemeten en vergeleken met de berekende waarden. Daaruit kunnen we zien hoe accuraat de modellen voor de lange termijn zijn.”

## Evolutie van rekenmodellen

“Het koppelen van twee extreem zware op staal gefundeerde gebouwen met bijhorende uitdaging van zettingsverschillen is een configuratie die nog niet bestond en daarom waren nieuwe sterkteberekeningen noodzakelijk”, legt Weststrate uit. De sterkte wordt bepaald door de wapening van het beton. ✎



✎ *Henk Boudewijn, opzichter civiel bij COVRA: “Omdat we de wanden niet in een keer konden storten, zijn zogenaamde nucleaire stortnaden in de constructie opgenomen.”*





**X** De contouren van de uitbreiding zijn compleet, inclusief de nieuwe RVS-schoorstenen.

“We hebben eerst een specificatie voor de aanvraag gemaakt. Dit leidde tot twee afspraken. Het nieuwe gebouw moest minimaal dezelfde wapening krijgen als het bestaande gebouw. Daarnaast moesten we aantonen dat deze wapening aan de huidige sterkte-eisen voldoet.” Uiteindelijk bleek dat er op verschillende locaties extra staal in het ontwerp moest worden opgenomen door enerzijds aanpassing van actuele regelgeving, normen die soms strikter zijn dan voorheen of waar je minder tolerantie hebt, en anderzijds door de gewijzigde belasting door de wisselwerking tussen de gebouwen. Ook de evolutie van nieuwe rekenmodellen leidde tot wijzigingen in de sterkteberekening.

“Kijk maar eens naar de reken capaciteit en ontwerp programma’s die in de afgelopen 20 jaar zijn veranderd. We konden nu alle

details in een 3D-model invoeren inclusief alle belastingen.” Vervolgens verschijnen in het model rode plekken waar bijvoorbeeld meer wapening nodig is. Aansluitend pasten de constructeurs de details net zo lang aan tot alles groen was. “Ik vertel het makkelijk, maar er zitten wel maanden werk in”, nuanceert Weststrate.

### Parallel traject

Om zeker te weten dat de berekeningen klopten heeft COVRA ervoor gekozen twee partijen aan het gebouw te laten rekenen. De ene partij is de aannemer BAM, de rechtsopvolger van de vorige aannemer de Hollandsche Beton Groep. Zij deden de uitgebreide berekening. De andere partij is Ingenieursbureau Witteveen & Bos. Zij verrichtten de berekening op grote lijnen. COVRA is weliswaar opdrachtgever en

directievoerder maar heeft zelf niet de expertise in huis om de berekeningen te doen. “Dit gebouw moet ten minste honderd jaar mee. Daar willen we geen risico’s mee nemen. Daarom hebben we contact opgenomen met Witteveen & Bos dat kennis heeft van geotechniek, regelgeving en bouwconstructies. De uitkomsten van dit parallelle traject moesten leiden tot dezelfde uitkomst al heeft dat in de ontwerpfase wel geleid tot enige vertraging. Maar dat is van ondergeschikt belang. “Wij wilden gewoon zekerheid vooraf hebben. Je kunt nu eenmaal niet extra wapening in uitgehard beton aanbrengen, als achteraf blijkt dat de wapening toch nog iets zwaarder had moeten.”

De oplossing voor de uitbreiding in combinatie met het tussenstuk als aansluiting op het HABOG gaf ook zijn uitdagingen. “We moeten bijvoorbeeld nog steeds garanderen dat een inkomend vliegtuig niet door de constructie komt. Hiervoor hebben we bij onze bureaus, Heerema Vlissingen drie enorme tanks gehuurd die aan de buitenzijde voor een tijdelijke opening in de wand staan en voldoende weerstand hebben om eventuele vliegtuigen tegen te houden.” De tanks die 24 meter hoog zijn en 5 meter in diameter zijn gebruikt op zee bij het leggen van kabels en fungeerden als ‘loodje’ van een vislijn, en dat met een gewicht van 85 ton per stuk. Een andere uitdaging was de in het HABOG te maken opening naar de nieuwbouw. Om ervoor te zorgen dat het HABOG luchtdicht bleef om de onderdruk te garanderen, werden tijdelijke brandwerende wanden opgetrokken uit steiger materiaal en bekistingspanelen. Ook in de uitbreiding is een tijdelijke wand geplaatst om te voorkomen dat ook daar stof of water binnenkomt.

### 480 ton RVS

Het warmte producerende afval wordt opgeslagen in dubbelwandige RVS-buizen die verticaal in een betonnen vloer zijn opgenomen. In die dubbelwandige ruimte

om de RVS buizen stroomt lucht voor de koeling. De lucht wordt van buiten aangezogen en via de opslag naar de RVS-ventilatieschachten geleid. In totaal gaat het om 480 ton RVS die in de uitbreiding is verwerkt. Ook het beton vereiste extra aandacht. Om scheurvorming te voorkomen zijn speciale toeslagstoffen aan het beton toegevoegd. Om het beton in een keer te kunnen storten stonden twee betoncentrales paraat, waarvan er een continu draaide en er een stand-by stond. "Daar hebben we toch twee keer gebruik van gemaakt vanwege storing in de betoncentrale." Tijdens het storten van de begane grond vloer reed er elke vijf minuten een betonmortelwagen het terrein op. "Nou dan gaat het allemaal heel snel hoor!", verzekert Weststrate. Er zit 8.000 kubieke meter beton in de uitbreiding. Om er zeker van te zijn dat het beton zich goed rondom de wapening zou verdelen zijn proefstorten gemaakt. "Door hieruit boorproeven te nemen konden we vaststellen wat er nodig was." Omdat de hele constructie niet in een keer te storten was, zijn er toch naden in opgenomen. "Dat zijn zogenaamde nucleaire stornaden." Dat zijn naden waarin een vertreding is opgenomen. Hierbij loopt een aansluiting in het beton niet horizontaal door, maar zit er halverwege een soort traprede, zodat bij een eventuele slechte hechting de straling altijd wordt tegengehouden. "Zo heb je nooit een stralingslek over de volle wandlengte." Een andere bijzonderheid vormen de wapeningsstaven met aan weerszijden een stalen plaat (de zogenaamde T-headed bars) dwars in de buitenwanden. Deze zijn bedoeld om perforatie van de muur te verhinderen als er een projectiel tegenaan komt.

## Betonijzervlechters

Vanwege het belang en de complexiteit van de wapening lopen er bouwkundig opzichters van COVRA op het terrein om te zien of wat er op tekening staat ook daadwerkelijk zo in de constructie terecht komt. "De opzichters hebben

tot op staafniveau gedurende de vlechtwerkzaamheden zichzelf ervan overtuigd dat wat er op tekening staat ook gevlochten werd." Eén van deze bouwkundig opzichters is Henk Boudewijn, die speciaal voor deze klus is ingehuurd. Hij legt uit hoe in de praktijk de wapening terecht komt waar die op tekening staat. "De voorman vlechter weet precies welke staaf waar komt en zorgt ervoor dat alles precies op volgorde ligt", aldus Boudewijn. Het is de ervaring van de betonijzervlechters dat het werk goed wordt uitgevoerd, ook als een



✂ *"De voorman vlechter weet precies welke staaf waar komt en zorgt ervoor dat alles precies op volgorde ligt."*

moeilijke situatie om oplossingen vraagt. Een voorbeeld van de inventiviteit van de vlechters is het ontwerp van lange stalen open bakken waarin het wapeningsstaal wordt gelegd om het zonder doorbuiging (en gevaarlijke situaties) op de gewenste locatie te brengen. Een ander voorbeeld is volgens Boudewijn de oplossing die zij bedachten om het beton goed te kunnen trillen. Trillen is noodzakelijk om de betonmortel bij het

storten te verdichten en te voorkomen dat luchtbellen in het beton achter kunnen blijven die na het uitharden een holte vormen. Door het beton te trillen kan de lucht ontsnappen. Trillen gebeurt met een trilnaald, een omschrijving van een slang met aan het uiteinde een soort wijnfles die in het beton wordt gestoken. Door de grote hoeveel wapening bleef een van de trilnaalden haken en moest in het beton achterblijven. Boudewijn: "De vlechters kwamen toen met het idee om van staal een wijde spiraal te maken en die tussen de wapening aan te brengen. De trilnaald volgt dan de spiraal zonder de mogelijkheid om ergens achter te blijven haken. "Een even goedkope als effectieve oplossing voor een probleem", aldus Boudewijn, die vertelt dat de trilnaald die nu voor minimaal honderd jaar in een van de wanden is achtergebleven, ook in de revisietekeningen is opgenomen.

## Vertreding

"We documenteren alles", zegt Boudewijn die verwijst naar een artikel van ISO 9001 over identificatie en naspeurbaarheid: "Je weet maar nooit." Er zijn ook onderdelen die bewust in het beton achterblijven, zoals de koelleidingen die er tijdens het uitharden voor zorgen dat het beton niet te veel opwarmt en naderhand krimpt waardoor scheuren zouden kunnen ontstaan. Boudewijn: "Al deze leidingen zijn na het uitharden met een speciale mortel afgevuld." Bijzondere aandacht schenkt Boudewijn bij zijn rondleiding in het bouwproject aan het storten van de vertreding in de wanden. "De toegangen naar de binnenkant van de uitbreiding zijn gerealiseerd door tijdelijke openingen te laten in de gestorte wanden. Die openingen hebben aan alle kanten een vertreding. Ze worden later vanaf boven, via stortkokers in de muur erboven, vol beton gestort." De stortkokers blijven achter in de wand en worden ook afgevuld. Het werk verloopt voorspoedig. De civiele opleverdatum zal naar verwachting rond de kerst van dit jaar 2020 zijn. **K**

Menno Jelgersma

# Het HABOG: een toekomst- bestendig kunstwerk



**I**n 2001 werd kunstenaar William Verstraeten door de toenmalige directeur van COVRA Hans Codée betrokken bij het HABOG. Het functionele gebouw voor de veilige opslag van warmtegenererend radioactief afval werd door de samenwerking met Verstraeten meteen een kunstwerk. Met de plannen voor de uitbreiding raakte hij andermaal betrokken bij het kunstwerk HABOG. Volgens Verstraeten is dit een goed moment om iets bijzonders aan het gebouw toe te voegen. “Ik heb een ontwerp gemaakt waarbij lichtval en schaduwwerking op de uitbreiding als een soort natuurlijke klok een rol speelt in het aanzicht van het gebouw.”

De samenwerking tussen Verstraeten en COVRA gaat terug tot 2001. “Het was Hans Codée die mij benaderde op het moment dat ze al een heel eind op weg waren met het ontwerp van het HABOG. Codée had werk van mij gezien op een tentoonstelling en zocht eigenlijk naar kunst die aan bezoekers van het HABOG bij binnenkomst van het gebouw iets extra's zou meegeven.” De foto's van Verstraeten vond hij daartoe zeer geschikt. Maar geleidelijk raakte Verstraeten meer bij het gebouw betrokken. Zo was voor de toegankelijkheid van het gebouw tijdens de bouwwerkzaamheden de

laatste kopgevel nog niet geconstrueerd om materialen naar binnen te kunnen brengen. “Codée stelde toen voor om met die gevel aan de binnenkant iets te doen in de vorm van een trompe-l'oeil om het uitzicht over de Westerschelde vanuit het HABOG dat verloren dreigde te gaan op een of andere manier vast te leggen en te compenseren.”

## Openheid en transparantie

Verstraeten geeft toe dat hij in 2001 bij zichzelf te rade moest gaan, omdat hij in zijn jonge jaren tegen kernenergie was. “Maar Codée kon heel goed uitleggen

waarom de mensen bij COVRA hun werk juist heel goed deden en dat was voor mij voldoende overtuigend.” Verstraeten stelde voor een vrije opdracht te krijgen om goed en gedegen na te denken wat het meest geschikt zou zijn voor een kunstwerk in het gebouw. “Maar ik vond ook dat er over de buitenzijde van het HABOG nagedacht moest worden. Het verhaal van Codée was zo goed dat je mensen deelgenoot van dat verhaal zou moeten maken en mensen naar het HABOG toe zou moeten trekken. Niet in de laatste plaats om het negatieve imago dat destijds overheerste te nuanceren.” Verstraeten legt uit dat door de inzet van Codée de ‘lading’ rond de opslag van nucleair afval veranderde. Van geheimhouden en afsluiten voor publiek, naar openheid en transparantie.

## Formules

Verstraeten kwam met het plan om het gebouw te voorzien van de formules die een relatie hebben met radioactieve afval:  $E = mc^2$ ,  $m = E/c^2$  en  $E = hv$ , waarvan de eerste twee van Albert Einstein zijn over





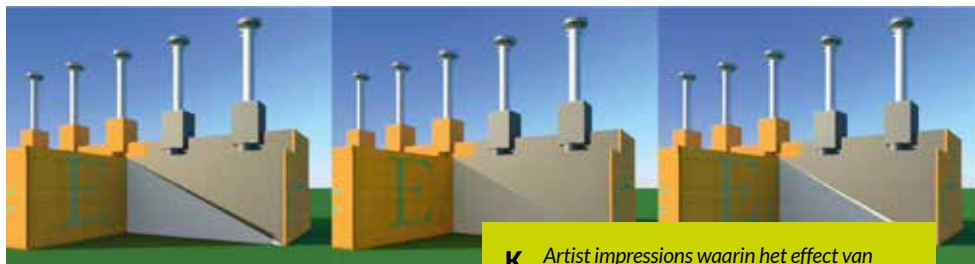
**K** *Het trompe-l'oeil van een landweg met bomen met daarin de deksels geprojecteerd van de rvs-buizen waarin het radioactieve afval onder de vloer van het HABOG ligt opgeslagen.*

de relatie tussen massa en energie en de derde van Max Planck die de basis vormt van de quantummechanica. Daarnaast werd het HABOG voorzien van een honderdjarige kalender in de vorm van een veranderende kleurstelling van oranje naar wit op de buitenkant van het gebouw. “Dat gebeurt in vijf etappes van twintig jaar en iedere keer krijgt het gebouw een iets lichtere kleur”, legt Verstraeten uit. Het veranderen van de kleuren verwijst ook naar het vervallen van het materiaal dat erin ligt opgeslagen. Na oplevering van het HABOG was het eigenlijk gedaan. Het gebouw was af. Voor Verstraeten kwam de uitbreiding als een verrassing, hoewel hij in het kunstwerk dat hij voor de binnenzijde ontwierp al min of meer naar een mogelijke uitbreiding verwees. Het is een op gouden panelen afgebeelde trompe-l'oeil van een landweg met bomen met daarin de deksels geprojecteerd van de rvs-buizen waarin het radioactieve afval onder de vloer van de ruimte ligt opgeslagen. Hierdoor ontstaat de illusie dat het gebouw als het ware doorloopt naar buiten. Dit idee wordt in de nieuwe uitbreiding overgenomen. “De bedoeling is dat het goudpaneel 4 bij 6 meter muurvullend terugkomt.”

## Stonehenge

Het eerste contact over de uitbreiding vond plaats in 2011. In 2013 presenteerde

Verstraeten het nieuwe ontwerp. “Het meest voordehand liggend was om de uitbreiding mee te schilderen in de kleuren van het HABOG en klaar, maar ik wilde op het gebouw laten zien dat het om een ontwikkeling gaat, waarbij de



**K** *Artist impressions waarin het effect van lichtval en schaduw op de uitbreiding zichtbaar is.*

uitbreiding als een ‘lade’ uit het HABOG wordt geschoven.” Het tijdstip van de kleuraanpassing voor het complete gebouw past in het oorspronkelijk ontwerp van Verstraeten. “Maar het is ook een uitgelezen moment om iets aan het gebouw toe te voegen. Ik heb daarom een ontwerp gemaakt waarbij lichtval en schaduwwerking op de uitbreiding een rol spelen in het aanzicht.” Bij het ontwerp is Verstraeten niet over een nacht ijs gegaan. “Ik ben in de gelegenheid gesteld om lang over het idee na te denken. Schaduw is afwezigheid van licht. Je kunt dat ‘opvangen’ door een vlak in de kleur van schaduw te schilderen. Maar verf is natuurlijk iets heel anders dan licht, wat

het voor mij tot een heel interessant proces maakte om daar een oplossing voor te bedenken om een verflaag en schaduw dezelfde waarde te laten krijgen.”

Twee keer per jaar schijnt de zon vanuit een specifieke hoek zodanig over het bestaande HABOG dat de schaduw precies in het ontworpen vlak op de uitbreiding valt. Hierdoor krijgt het complete gevelvlak één kleur. Het gebouw lijkt dan weg te vallen. “Kort na dit moment verschijnt door het draaien van de aarde weer een lichtstraal op de uitbreiding, alsof er met het wegvallen van het gebouw ook licht, straling wordt uitgezonden. Zoals dat ook gebeurt bij het vervallen van

radioactieve stoffen. Voor mij sluit dat ook aan bij andere cultuuruitingen zoals bij Stonehenge waarbij van de zon als klok gebruik wordt gemaakt.” Het HABOG met de nieuwe uitbreiding is door de extra kunstuiting weer volledig gemaakt, zoals Verstraeten het noemt. “Met de uitbreiding hebben we een nieuwe benadering gevonden om het verhaal van Hans Codée onder de aandacht te brengen en dat is het verhaal hoe COVRA veilig, verantwoord en voor de lange termijn met radioactief afval omgaat.” **K**

Menno Jelgersma

# ENCO-rapport: Kernenergie serieuze optie voor energiemix

**K**ernenergie kan een serieuze optie zijn naast energie uit wind en zon. Wanneer alle kosten op dezelfde manier worden meegenomen zijn die van kernenergie vergelijkbaar met wind en zon. Dit blijkt uit het recent verschenen ENCO-rapport dat minister Eric Wiebes liet opstellen op verzoek van de regering.

Levensduurverlening van bestaande kerncentrales is de goedkoopste manier om CO<sub>2</sub> te besparen. Dat blijkt uit een onderzoek op verzoek van de Tweede Kamer naar de mogelijke rol van kernenergie in de energiemix. De kosten en voorwaarden van de bouw van nieuwe kerncentrales zijn in beeld gebracht. Minister Eric Wiebes (Economische Zaken en Klimaat) stuurde het onderzoek van ENCO eind september naar de Tweede Kamer. In zijn begeleidende brief verwijst Wiebes naar een motie waarin de regering vroeg onderzoek te doen naar de mogelijke rol van kernenergie in de energiemix en daarbij de kosten en voorwaarden van de bouw van nieuwe kerncentrales in andere landen in beeld te brengen. "Eerder heb ik aangegeven dat kernenergie één van de opties is voor de toekomstige energiemix (Kamerstuk 32 645, nr. 89). Verschillende (internationale) studies laten zien dat voor de toekomst kernenergie een kosteneffectieve mogelijkheid kan zijn en dat een positieve businesscase tot de mogelijkheden kan behoren", aldus Wiebes.

## Conclusies

Als belangrijkste conclusie stellen de onderzoekers dat kernenergie niet duurder is dan wind en zon wanneer alle kosten op dezelfde manier worden meegenomen. Nu worden de extra kosten die voortvloeien

uit zon en wind (zoals extra netwerkkosten, kosten voor balanceren van het net, aansluitingskosten) niet meegenomen in de berekeningen voor energie uit wind en zon. "Deze systeemkosten, die onevenredig toenemen bij een hoger percentage zon en wind, worden doorgaans echter niet meegenomen in de kWh-prijs, maar worden afgewenteld op de netbeheerder en/of consument", schrijft Wiebes. Ook blijkt dat de levensduurverlenging van een kerncentrale over het algemeen de goedkoopste manier is om CO<sub>2</sub> te besparen, goedkoper dan zon en wind. Voorwaarde voor een concurrerende prijs van kernenergie is wel dat Nederland met één of meer kerncentrales aansluit bij bestaande seriebouw van (buitenlandse) kerncentrales vanwege de toch al lange constructietijd.

De onderzoekers stellen verder vast dat kernenergie per terawattuur de veiligste wijze van produceren van elektriciteit is; veiliger dan zon en wind. Investerings voor de veiligheid zijn geen issue in de sector. Sowieso zijn de investeringen voor een periode van 60 tot 80 jaar. Wiebes verwijst ook naar de ontwikkeling van Small Modular Reactors (SMR's tot 400 MW) die zijn afgeleid van kernreactoren in schepen. "Alhoewel ze nog nergens ter wereld het commerciële stadium hebben bereikt, kunnen SMR's een aantrekkelijk alternatief

worden voor grotere kernreactoren. Door seriematige fabricage in fabrieken, de daardoor kortere bouwtijd en het modulaire ontwerp wordt financiering gemakkelijker, onder andere omdat de bouwrisico's afnemen. Er wordt dan ook veel privaat geld in onderzoek van SMR's gestoken."

## ENCO-rapport

Het rapport van ENCO is gebaseerd op wetenschappelijke documenten en rapporten van internationale organisaties. Het geeft een overzicht van het aandeel kernenergie in Europese landen en wereldwijd in de energiemix door bestaande en nieuwe kerncentrales. Het rapport laat zien dat belangrijke internationale organisaties, waaronder de IPCC van de Verenigde Naties en het IEA, kernenergie deel zien uitmaken van de energiemix die nodig is om verdere klimaatverandering tegen te gaan. Het rapport geeft met de kennis anno 2020 zo feitelijk mogelijk de stand van zaken voor de mogelijkheden en beperkingen van kernenergie voor 2040 in Nederland. Het rapport vergelijkt tevens de kosten van de inzet van kernenergie voor de samenleving met andere CO<sub>2</sub>-arme bronnen van elektriciteit in de energiemix. "Deze studie bevestigt dat voor CO<sub>2</sub>-vrij regelbaar vermogen na 2030 kernenergie één van de kosteneffectieve opties is."

## Vervolg

Tijdens de Algemeen Politieke Beschouwingen heeft de Tweede Kamer een motie aangenomen om een marktconsultatie te houden onder welke voorwaarden marktpartijen bereid zijn te investeren in kerncentrales in Nederland, te onderzoeken welke publieke ondersteuning daarvoor nodig is en te verkennen in welke regio's er belangstelling is voor de realisering van een kerncentrale. Het kabinet gaat aan de slag met de uitvoering van deze motie en informeert de Tweede Kamer voor het kerstreces over de voortgang van de uitvoering.

Bron: [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)

# De grootste nucleaire ijsbreker onderweg naar Moermansk



**O**p 22 september vertrok de Arktika, de grootste nucleaire ijsbreker ter wereld, vanuit Baltische scheepswerf in Sint-Petersburg richting Moermansk. Tijdens de vaart die ongeveer twee weken in beslag neemt, zal de Arktika een route nemen ten noorden van Franz Josef Land. Het krachtige schip is in staat om door 3 meter dik ijs te varen en daarmee de vaarroute vrij te maken voor tankers die olie en LNG vervoeren naar productielocaties langs de Siberische noordkust.

“De oprichting van een moderne, door kernenergie aangedreven ijsbrekersvloot in Rusland, die in staat is om het hele jaar door een regelmatige en veilige navigatie door de wateren van de Noordzeeroute te verzorgen, is een strategisch doel voor ons land”, aldus Vyacheslav Ruksha, adjunct-directeur-generaal en directeur van het directoraat Noordzeeroute van Rosatom. De reis naar de haven van Moermansk werd voorafgegaan door testen op zee met het schip, waarvan de laatste fase werd voltooid op 16 september. In de Finse Golf en de Baltische Zee werden de laatste inspecties

uitgevoerd aan de mechanische onderdelen en de uitrusting van het schip. Deskundigen hebben het elektriciteitssysteem getest onder bedrijfsomstandigheden en de manoeuvre-eigenschappen van het schip in verschillende ontwerpvarianten.

Het Centraal Ontwerpbureau Iceberg maakte het technische ontwerp van de ijsbreker in 2009. De ijsbreker is uitgerust met twee speciaal ontworpen RITM-200 reactoren van de nieuwe generatie en een stoomturbine-unit elk met een vermogen van 175 megawatt (MW). RITM-200 is een innovatief en uniek

ontwerp ontwikkeld door een van de oudste ontwerpbureaus van de nucleaire industrie - OKBM Afrikantov (Nizjni Novgorod, onderdeel van JSC Atomenergomash). De rijke ervaring met de bouw en exploitatie van reactoren voor nucleaire ijsbrekers en de moderne trends in de wereld van de kernenergie-techniek vormden de basis voor het ontwerp van RITM-200. De RITM-200 is bijna twee keer zo licht en compact als vorige reactortypes en is daarom goedkoper in materiaalgebruik en neemt bovendien minder ruimte in beslag en is dus economischer. Een dergelijke oplossing wordt structureel bereikt doordat de stoomgeneratoren, die vroeger buiten de reactor stonden en nu direct in de reactor zijn opgenomen. Dit wordt een geïntegreerde opstelling genoemd.

De nucleaire ijsbreker werd in opdracht van de Rosatom State Atomic Energy Corporation gebouwd door de OJSC Baltic Shipyard. De kiel van de ijsbreker werd gelegd op 5 november 2013 en de tewaterlating van het schip vond plaats op 16 juni 2016. De ijsbreker is bedoeld voor het zelfstandig beloodsen van schepen, waaronder schepen met een grote capaciteit zoals olie- of LNG-tankers naar productielocaties langs de Siberische noordkust en voor het leiden van de schepen in het West-Arctische gebied. Het dubbelwandige concept van het schip maakt het mogelijk om het zowel in het Noordpoolgebied als in de mondingen van de polaire rivieren te gebruiken, met name in de ondiepere wateren van de Yenisei-monding en het gebied van de Obbaai.

Belangrijkste kenmerken van het schip De lengte bedraagt 173,3 meter, de breedte 34 meter, de diepgang 8,65 tot 10,5 meter en de hoogte ruim 15 meter. Het vermogen op de schroeffassen is 60 MW. De kruissnelheid is 22 knopen in helder water. De maximale ijspenetratie is 2,9 meter. De waterverplaatsing is 33.540 ton. De geschatte levensduur is 40 jaar en het aantal bemanningsleden is 53 personen. **K**

Bron: Rosatom





## Ook HollandPTC behandelt nu longpatiënten

**S**inds eind 2019 is de behandeling met protonetherapie mogelijk in Nederland. Patiënten met longkanker konden al bij Maastricht in Maastricht en UMC Groningen terecht voor bestraling met protonen. HollandPTC is nu de derde locatie waar deze behandeling mogelijk is. Radiotherapeut-oncoloog Michiel Kroesen: "Ik ben blij dat we nu ook deze behandeling kunnen bieden voor patiënten in onze regio. Een behandeling die potentieel minder bijwerkingen en langetermijn schade geeft dan voorheen."

Protonetherapie is een vorm van radiotherapie waarbij de kans op bijwerkingen kleiner is dan bij de gewone radiotherapie. Voor patiënten met longkanker betekent dit dat zij op de korte termijn minder slikklachten en benauwdheid kunnen hebben. Op de langere termijn wordt de kans op een longontsteking, chronische slikklachten en hartschade kleiner. De afname van de bijwerkingen is voor de patiënt belangrijk omdat dit leidt tot een betere kwaliteit van leven.

**Kroesen:** "Ik ben blij dat we nu ook deze behandeling kunnen bieden voor patiënten in onze regio. Een behandeling die potentieel minder bijwerkingen en



**K** De bestralingsruimte in het HollandPTC waar sinds kort ook patiënten met longkanker kunnen worden behandeld.

© Ruimtesinbeeld

in Maastricht en UMC Groningen hebben al eerder patiënten met longkanker bestraald met protonen. HollandPTC is nu de derde locatie waar deze behandeling mogelijk is.

### Bijzondere doelgroep

Bestraling is voor patiënten met longkanker vaak een vast onderdeel in de behandeling. De standaardbestraling is met fotonen en is intussen zo geavanceerd dat over het algemeen de dosis in de gezonde organen goed te beperken is. “Maar met protonentherapie kunnen we de dosis op deze organen vaak nog verder verminderen, waardoor de kans op een bestralingslongontsteking en slikklachten kleiner wordt. Bovendien wordt de kans op ernstige bijwerkingen aan het hart op langere termijn ook kleiner.” Judith van Loon, radiotherapeut-oncoloog bij Maastricht: “Met nieuwe modellen gebaseerd op gegevens van Nederlandse patiënten met longkanker kunnen we nu voor een individuele patiënt goed inschatten of deze baat heeft van protonentherapie. We hebben deze met een landelijke werkgroep verwerkt in modellen voor het landelijk indicatieprotocol voor protonentherapie. Dat is nu afgelopen november goedgekeurd door het Zorginstituut Nederland.”

### Bewegende tumor maakt behandeling extra moeilijk

Bij longkanker is de protonenbestraling – meer dan bij andere types kanker – extra moeilijk. Dit komt doordat een patiënt ademt, de longen dus bewegen en daarmee de tumor ook. “Juist doordat protonentherapie zijn dosis zo precies afgeeft in het lichaam, is de invloed van beweging veel groter dan bij de standaardbehandeling met fotonentherapie,” stelt Robin Wijsman, radiotherapeut-oncoloog bij UMCG. “Het heeft dan ook wel even geduurd voordat we technisch alles hadden voorbereid om de eerste longkankerpatiënt te kunnen bestralen.”

Naar verwachting komt ongeveer 20 procent van de patiënten met longkanker die radiotherapie krijgen in aanmerking voor protonentherapie.

### De verwijzing

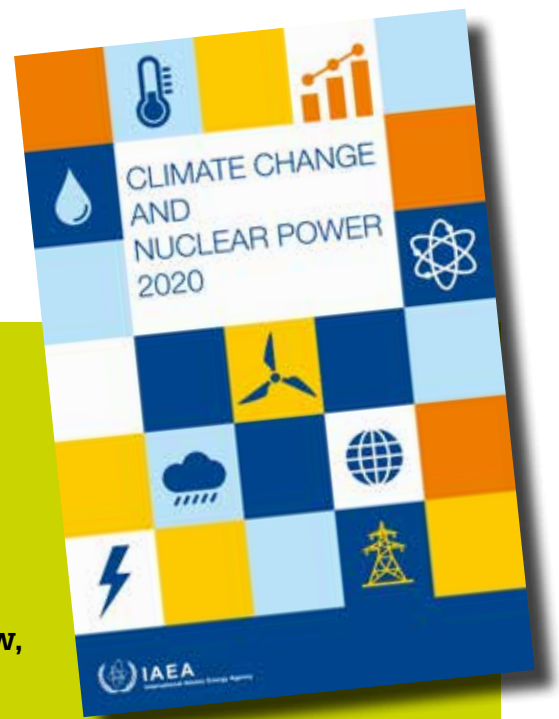
Een longkankerpatiënt komt eerst bij de longarts. Die bespreekt de behandelopties met het behandelteam, waarvan ook altijd een radiotherapeut-oncoloog lid is. Afhankelijk van het stadium van de longkanker zijn er diverse opties om te behandelen: radiotherapie, chirurgie, medicamenten, chemotherapie en immuuntherapie. Krijgt een patiënt radiotherapie, dan wordt hij verwezen naar de radiotherapeut-oncoloog, die een standaard fotonenbestralingsplan laat maken. Als blijkt dat protonenbestraling mogelijk een beter resultaat geeft, dan wordt in het dichtstbijzijnde protonencentrum een protonenplan gemaakt om de plannen te vergelijken. “Als er inderdaad voldoende voordeel is en de patiënt wil het zelf ook, wordt de patiënt verwezen voor de protonenbehandeling,” aldus de drie radiotherapeut-oncologen. “Wij zijn enorm blij dat we nu ook deze patiëntengroep de voordelen van protonenbestraling kunnen aanbieden!” **K**

Bron: HollandPTC

langetermijn schade geeft dan voorheen. Op dit moment kunnen we patiënten behandelen met een beperkte beweging van de tumor door de ademhaling. In de toekomst hopen we ook patiënten met grotere ademhalingsbewegingen te behandelen.” In december 2019 liet HollandPTC in Delft, samen met de protonencentra in Maastricht en Groningen al weten dat longpatiënten bij ze terecht konden. Uit het toenmalige persbericht: “Ook voor patiënten met longkanker kan protonentherapie een uitkomst bieden. Bij deze innovatieve manier van radiotherapie stopt de straling namelijk in de tumor. Gezonde organen, zoals het hart, de longen en de slokdarm, worden hierdoor beter gespaard.” Maastricht

# Kernenergie tegen klimaatverandering

**W**elke rol kan kernenergie spelen bij het terugdringen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot? Dat is de kernvraag van de 2020-editie van *Climate Change and Nuclear Power* die het IAEA onlangs uitbracht. Het rapport gaat uitgebreid in op het potentieel dat kernenergie heeft in de strijd tegen de klimaatverandering en ziet mogelijkheden voor nieuwbouw, levensduurverlenging en innovatieve ontwerpen.



Volgens de Intergouvernementele Werkgroep inzake Klimaatverandering (IPCC) moet de wereldwijde productie en het gebruik van energie tegen 2050 volledig CO<sub>2</sub>-vrij gemaakt zijn. De meeste landen zijn inmiddels wel doordrongen van de noodzaak maar het blijft een immense uitdaging om van fossiele brandstoffen over te schakelen op koolstofarme energiebronnen.

## 400 rapporten

Voor het rapport is onder meer gekeken naar de potentiële bijdrage van kernenergie. Hiervoor zijn 400 recentelijk gepubliceerde scenario's onder de loep genomen, waaronder die van het IPCC-rapport. In veel van die scenario's wordt een steeds grotere rol voor kernenergie gezien. Als voorbeeld: in de volledige reeks IPCC-trajecten die de temperatuurstijging beperken tot 1,5°C verdrievoudigt de gemiddelde nucleaire productie tegen 2050 gezien vanaf 2018. Belangrijke factoren hierbij zijn een consistent beleid, beheersing van de kosten, maatschappelijke acceptatie en erkenning van de waarde van kernenergie voor een stabiel elektriciteitssysteem. Wereldwijde trends in de nucleaire vloot bieden een goede basis voor schaalvergroting. Het rapport ziet daarbij

een belangrijke rol weggelegd voor de huidige kernenergie-landen. "De dertig landen die momenteel gebruik maken van kernenergie beschikken over de capaciteit, in termen van infrastructuur en ervaring, om kernenergie op te voeren op een schaal die een aanzienlijk verschil kan maken voor de mondiale uitstoot." Hierbij benadrukken de auteurs het belang van goed overheidsbeleid en investeringsstimulansen, waarbij ook goed in de gaten moet worden gehouden dat het uiteindelijke energiesysteem bestand is tegen de gevolgen van klimaatverandering. "[...] kerncentrales hebben laten zien dat ze relatief resistent zijn tegen het weer. Het aantal stops is beperkt terwijl de centrales vaak in regio's staan met zeer frequent extreem werk."

## Levensduurverlenging

Een waarschuwing is er ook. De toeleveringsketen moet degelijk en krachtig zijn en is van vitaal belang voor nieuwbouwprojecten. In sommige delen van de wereld hebben dalende orders voor nieuwe kerncentrales geleid tot een verzwakking van het netwerk van onderaannemers. Dit leidde vervolgens tot een relatieve stijging van de bouwkosten en de leveringstermijnen. Naast nieuwbouw voorziet het rapport een stijgende lijn waar

het gaat om verlenging van levensduur van bestaande kerncentrales. Op korte tot middellange termijn zal dit een aanzienlijke bijdrage leveren aan de beperking van de klimaatverandering. "Vergeleken met een nucleair nieuwbouwproject zijn projecten voor de verlenging van de levensduur minder kapitaalintensief, hebben ze aanzienlijk kortere bouw- en terugverdiertijden en hebben ze een goede staat van dienst op het gebied van kostenbeheersing en het beperken van bouwvertragingen."

## Innovatie

Geavanceerde en opkomende technologieën zouden ook de bijdrage van kernenergie kunnen vergroten. Kleine modulaire reactoren (SMR's) kunnen worden in gezet op kleine eilanden, in afgelegen regio's, gebieden met beperkte beschikbaarheid van koelwater en regio's met kleine netwerken. Ook zouden SMR's aantrekkelijke kunnen zijn voor investeerders met beperkte toegang tot kapitaal. "Een succesvol SMR-demonstratieproject zal van cruciaal belang zijn als bewijs van het concept, voordat regeringen en nutsbedrijven zich serieus zullen buigen over de vraag of het mogelijk is de doelstellingen van het project te verwezenlijken." **K**

Bron: IAEA



# Stand Up For Nuclear

## Demonstraties voor kernenergie in diverse Nederlandse steden

In september woei er een opvallende pro-nucleaire wind over de wereld in de vorm van de wereldwijde actie Stand Up For Nuclear. Het was een initiatief van een samenwerkingsverband met wetenschappers, voorstanders, ouders en studenten die zich allemaal sterk maken voor kernenergie als de enige echte oplossing voor armoede en klimaatverandering. Gewapend met spandoeken, vlaggen en een

ijsbeerkostuum lieten ze van zich horen. In Duitsland werd er zelfs een pro-nucleair spandoek voor het kantoor van Greenpeace gehangen. Diverse organisaties hebben zich inmiddels aangesloten, van de ecomodernisten in Finland tot de Partei der Humanisten in Duitsland en van Environmental Progress in de Verenigde Staten tot Nuclear Mythbusters in Taiwan.

### Nuclear Pride Coalition

Op 20 oktober 2019 werd de actie Stand Up For Nuclear voor het eerst georganiseerd. In dertig steden, verdeeld over negentien landen kwamen die dag pro-nucleaire activisten bijeen. Ook zijn er 'Pride Fests' gehouden in San Francisco, Chicago, München en Brussel.

Stand Up for Nuclear is een dag van actie die is gestart door de Nuclear Pride Coalition, een alliantie van onafhankelijke en non-profit organisaties die zich inzetten voor zowel energiebesparing als het uitbreiden van kernenergie. Dit jaar stonden in de hele maand september overal pro-nucleaire demonstranten op treinstations, pleinen en in parken om het gesprek aan te gaan met het publiek over de voordelen van nucleair en om de heersende negatieve mythes te ontkrachten. In Nederland waren er onder andere acties geweest in Deventer, Nijmegen en Petten. **K**

Meer foto's en verslagen zijn terug te zien en te lezen op: Twitter @standup4nuclear en Instagram @stand\_up\_for\_nuclear!



# THE NUCLEAR ELEPHANT SYMPOSIUM



## Save the date!

Op **VRIJDAG 13 NOVEMBER** organiseert de **Stichting KernVisie** het interactieve online event:

# THE NUCLEAR ELEPHANT, DE WEG NAAR EEN CO<sub>2</sub>-VRIJE TOEKOMST

## Dagvoorzitter



**Mirjam Vossen**

Dagvoorzitter Mirjam Vossen introduceert een aantal interessante gasten. Tijdens het event leidt zij de twee rondetafelgesprekken en kondigt bijdragen aan van de volgende sprekers:

## Sprekers



**Michael Shellenberger**

Milieuactivist en auteur van onder andere *Apocalypse Never*



**Heleen de Coninck**

Hoogleraar socio-technische innovatie en klimaatverandering TU/e



**Martin Scheepers**

Research Manager Energy Transition Studies TNO



**Pieter Boot**

Hoofd van de afdeling Klimaat, Lucht en Energie van Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)



**Ad Louter**

Algemeen Directeur van URENCO Nederland en voorzitter van Nucleair Nederland



**Ferry Roelofs**

Account Manager Research NRG



**Mario van der Borst**

Consultant on Nuclear and Technical Management



**George Verberg**

Voormalig President van de International Gas Union en oprichter van de Initiatiefgroep Kernenergie

De sprekers gaan uitgebreid in op het potentieel dat kernenergie heeft in de strijd tegen de klimaatverandering. De vele toekomstscenario's, uitdagingen en mogelijkheden worden van meerdere kanten belicht. Wat zegt het IPCC-rapport eigenlijk over kernenergie? Hoe kunnen we nieuwe kerncentrales financieren? Wat kunnen we leren van de nationale Klimaat en Energieverkenning 2020? Hoe ziet een klimaatneutraal energiesysteem eruit? Waarom is een nucleaire kennisinfrastructuur zo belangrijk?

Toegewijde aanhangers, betrokken tegenstanders, kritische sceptici en nieuwsgierige kenniszoekers. We zien u graag bij de webcast *The Nuclear Elephant*; Naar een CO<sub>2</sub>-vrije toekomst.

Op de bijdrage van Michael Shellenberger na zijn alle presentaties in het Nederlands.

Aanmelden kan via de website [www.kernvisie.com](http://www.kernvisie.com) of met een mail naar [info@thenuclearelephant.nl](mailto:info@thenuclearelephant.nl)