

# **KERNVISIE** MAGAZINE

**» BROEIKASGASSEN  
LEIDEN TOT NIEUWE  
EUROPESE DOELEN**

**» BELGISCHE MYRRHA  
VOORAAN BIJ  
ONTWIKKELING  
LOOD-BISMUT-  
TECHNOLOGIE**

**» DUITSE OVERHEID  
HANDELDE ILLEGAAL  
MET GEDWONGEN  
SLUITING  
KERNCENTRALE**

**NIEUWE DIRECTEUR  
JAN BOELEN WIL  
VAN COVRA HÉT  
EXPERTISECENTRUM  
AFVALBEHEER MAKEN**

# COLOFON

KernVisie magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**  
EEN ENERGIEK INITIATIEF

**JAARGANG 9, NUMMER 1, FEBRUARI 2014**  
**KERNVISIE VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS**  
**OPLAGE 2200 EX**

## **ONTWERP & GRAFISCHE REALISATIE**

StudioHusken.nl, Den Helder

## **BESTUUR STICHTING KERNVISIE**

Ir. A.M. Versteegh, voorzitter  
Ir. G.H. Boersma, secretaris  
Ir. E.W. Schuurig, penningmeester  
Ir. J.C.L. van Cappelle  
Dr. F.C. Klaassen  
Prof. Ir. R.W.J. Kouffeld  
Ir. G.C. van Uitert

## **REDACTIE KERNVISIE**

Ir. G.H. Boersma  
Dr. F.C. Klaassen  
Menno Jelgersma (Sherpa en de Fries)  
Dr. Ir. Alik van Heek

## **REDACTIE ADRES**

Notarisappel 37, 6662 JN Elst  
Telefoon: 0481-841156  
E-mail: kernvisie@kernvisie.com  
Internet: www.kernvisie.com  
Bankrekening NL19 INGB 0006 8513 70,  
t.n.v. Kernvisie, Foundation for Nuclear Energy te  
Zwijndrecht.

## **OP DE COVER**

Jan Boelen, statutair directeur COVRA

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

## **VOORWOORD**

# **EEN STEINWAY & SONS IN VLISSINGEN-OOST**



Met nog maar een maand te gaan, komt de Nuclear Security Summit (NSS) 2014 snel dichterbij. In onze vorige uitgave van Kernvisie Magazine in december zijn we uitvoerig ingegaan op deze grootse wereldtop die ooit in Nederland werd gehouden, waarbij ook de side events uitvoerig zijn belicht: NIS2014, NKS en @tomic. In deze uitgave blikken we alweer vooruit en is er aandacht voor de nieuwe directeur van de COVRA: Jan Boelen. Sinds 1 januari is hij werkzaam bij deze organisatie in Vlissingen-Oost, die hij zelf als een 'Steinway & Sons' omschrijft. Zijn motto is: behouden wat je hebt en finetunen waar het gaat om het doorvoeren van kleine verbeteringen. We besteden ook aandacht aan de nucleaire sector in België met een verslag van een IAEA-peer review en de MYRRHA, de Belgische multifunctionele onderzoeksreactor. Prof. dr. Hamid Aït Abderrahim (plaatsvervangend algemeen directeur bij SCK•CEN) vertelt over de sub-kritische reactor, die wordt gekoeld door een mengsel van lood en bismut. Het doel van deze machine is allereerst om het concept van een versneller aangedreven systeem te demonstreren bij een vermogen van 100 MegaWatt thermisch. Ten tweede kunnen met MYRRHA experimenten worden uitgevoerd voor het 'opbranden' van hoogradioactief afval. Tenslotte kunnen volgens Aït Abderrahim nieuwe innovatieve brandstoffen voor Generatie-IV reactoren worden beproefd. En voor diegenen die de laatste informatie over de NSS in de papieren Kernvisie Magazine hebben gemist of het nog eens willen nalezen, die is zoals ook alle andere artikelen eenvoudig te vinden op onze website [www.kernvisie.com](http://www.kernvisie.com) onder het kopje Magazine. Ik wens U veel leesgenoegen, misschien ondersteund door een mooi stukje pianomuziek op de achtergrond.

André Versteegh, voorzitter Stichting Kernvisie

# **K** INHOUD

## MAATSCHAPPIJ

### JAN BOELEN WIL VAN COVRA HÉT EXPERTISECENTRUM AFVALBEHEER MAKEN

Sinds 1 januari is Jan Boelen als statutair directeur verantwoordelijk voor het reilen en zeilen bij de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) in Vlissingen-Oost. De opvolger van Hans Codée ziet zich als de finetuner van een uitstekende organisatie. De nieuwe baan is een logische stap in zijn carrière.

**P04-05**

## ENERGIE

### DUITSE OVERHEID HANDELDE ILLEGAAL MET GEDWONGEN SLUITING KERNCENTRALE

De gedwongen sluiting van de Biblis kerncentrale van RWE na het ongeluk in Fukushima was onwettig. Dit heeft de Duitse Raad van State recentelijk bepaald. Tegen de uitspraak is geen beroep meer mogelijk. RWE beraadt zich nu op de hoogte van de te claimen schade die alleen al in 2011 meer dan een miljard euro kan bedragen.

**P08**

## MAATSCHAPPIJ

### BROEIKASGASSEN LEIDEN TOT NIEUWE EUROPESE DOELEN

In het stelsel van afspraken van de Europese Commissie voor energie en klimaat per 2030 is een reductie van veertig procent van de broeikasgasemissies opgenomen. Het laat lidstaten vrij om zelf te bepalen op welke wijze zij dat doen binnen een 'geëuropeaniseerd' energiesysteem.



**P10-11**

### **P12** INBEELD

Lood/bismut in vat

### **P14** MAATSCHAPPIJ

Boekbespreking *Radiation, what it is, what you need to know*, Robert Peter Gale en Eric Iax

### **P15** GEZONDHEID

Contract voor bouw nieuwe molybdeen productie-eenheid

### **P16** V&A

Lezersvragen worden beantwoord door deskundigen

### **P17** COLUMN

Door Alike van Heek

### **P22** ENERGIE

IAEA-missie peer review Belgische toezichthouder



## **K** P18

### BELGISCHE MYRRHA VOORAAN BIJ ONTWIKKELING LOOD-BISMUTTECHNOLOGIE

Het werk gaat door bij het multi-inzetbare onderzoeksreactor-project MYRRHA bij SCK•CEN in het Belgische Mol. Projectdirecteur prof. dr. Hamid Ait Abderrahim licht de technische specificaties en de mogelijkheden van het eerste prototype van een reactor aangedreven door een deeltjesversneller. toe.



## Opwerken brandstof

### Hergebruik

De gebruikte en niet meer bruikbare olie wordt opgevoerd naar het opwerfcentrum. Daar wordt de olie gereinigd en kan worden gebruikt voor de productie van nieuwe brandstof.

De afval  
brandstof  
olie

Met warmte  
productie  
kan reststof afval

### Afval

De afval

wordt

verwerkt



MAATSCHAPPIJ

# ➤ NIEUWE DIRECTEUR JAN BOELEN WIL VAN COVRA HET EXPERTISECENTRUM AFVALBEHEER MAKEN

**Sinds 1 januari is Jan Boelen als statutair directeur verantwoordelijk voor het reilen en zeilen bij de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) in Vlissingen-Oost. De opvolger van Hans Codée ziet zich als de finetuner van een uitstekende organisatie. De nieuwe baan is een logische stap in zijn carrière. “In mijn nieuwe functie komt alles bij elkaar: techniek, beleid, financiën en organisatie.”**

De komst van Boelen luidt geen wijziging van de koers van het bedrijf in. “Ik vergelijk COVRA met een eerste klas concertvleugel, een Steinway & Sons. Die moet je weliswaar af en toe stemmen om zuiver te kunnen blijven spelen, maar je mag er ook heel trots op zijn om er mee te mogen werken”, aldus Boelen. En dat is voor hem wel iets anders dan het bedrijfsleven waar hij uit afkomstig is, waar strategische heroriëntaties op gezette tijden niet vreemd waren.

#### **EEN VOLGENDE CARRIÈRESTAP**

Boelen (1960) is afgestudeerd ingenieur fysisch chemische technologie aan de Rijksuniversiteit Groningen. Daarna volgt een carrière die bij de Shell start. “Ik heb daar verschillende zaken gedaan; van bijdragen leveren aan technologische ontwikkelingen en het werken bij raffinaderijen, van kantoorautomatiseringen tot lange termijnplanningen.” Dan komt Air Liquide in zicht, de Franse gigant en wereldleider in gastechnologie. In deze periode richt Boelen zich op de liberalisering van de energiemarkt. Hierna is het de AVR, toen Nederlands grootste verwerker van afval. Boelen gaat naar Hongkong om voor afvalverwerker SITA te werken aan regionale strategieontwikkeling en komt na een paar jaar weer terug in Nederland om zich te richten op de organisatiestructuur en effectiviteit van de Noord-Europese organisatie. “En toen werd

ik gevraagd voor mijn huidige functie”, verklaart Boelen, “Het kwam allemaal heel onverwacht, ik was niet op zoek naar iets anders en toch heb ik er niet lang over hoeven nadenken om ‘ja’ te zeggen.” Met zijn brede achtergrond en vijftien jaar ervaring in het ‘afval’, lijkt de volgende carrièrestap een naadloze overgang. Boelen: “Het vreemde is dat je het in de afvalbranche over al het mogelijke afval hebt, behalve radioactief. Dat is een heel specifiek segment en daar wist ik, behalve van wat ik vanuit mijn studie nog kon meenemen, weinig vanaf.” En toch is het dit aspect van straling en radioactiviteit wat het voor Boelen extra interessant maakt. “In mijn huidige functie komt alles bij elkaar wat betreft: techniek, beleid, financiën en organisatie. Ik maak nu wel bewust tijd vrij om mijn kennis op dit gebied te vergroten door de opleiding stralingshygiëne niveau 3 te volgen.”

#### **DE ‘ACHTERKANT’ VAN DE CYCLUS**

Boelen wil benadrukken dat COVRA vooral een normaal bedrijf is, met een raad van commissarissen en een aandeelhouder, al is dat dan de Staat der Nederlanden. Maar COVRA is volgens hem ook bijzonder. “Wij spelen in de afvalcyclus een essentiële en specifieke rol omdat wij het enige bedrijf zijn in Nederland waar radioactief afval opgeslagen mag worden. De manier waarop we dat doen, bijvoorbeeld met ons HABOG,

is ook internationaal een voorbeeld. Wij bevinden ons met radioactief afval meer aan de ‘achterkant’ van de cyclus waarbij het hergebruik zoals je dat bij de reguliere afvaldiensten ziet, minder speelt”, licht Boelen toe. Daarin wijkt COVRA af van bijvoorbeeld afvalverwerker SITA die zich hard maakt voor de circulaire economie ofwel het economische systeem dat bedoeld is om herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren. Dat wil helemaal niet zeggen dat er niets met het afval gebeurt. De gebruikte splijtstofstaven van de KCB gaan voor recycling naar Frankrijk. Het bruikbare uranium en plutonium komt onder andere als MOX-brandstof weer terug. Wat niet herbruikbaar is, gaat naar het HABOG in Vlissingen-Oost. Dat hoeft volgens Boelen nog geen eindstation te zijn. Boelen: “Het afval ligt hier voor honderd jaar veilig opgeslagen. Het kan best mogelijk zijn dat we in die komende honderd jaar in staat zullen zijn om wat slims te bedenken. Alleen is daar op dit moment geen zicht op.” Een ander ‘afvalproduct’ dat mogelijk als basismateriaal voor hergebruik in aanmerking komt, is het uraniumoxide afkomstig van URENCO. Boelen: “Dat is nog niet aan de orde, het is meer een economische afweging, maar we houden dit idee wel in ons achterhoofd.”

#### **KUNST ALS METAFOOR**

Eén van de onderwerpen die bij COVRA altijd aan de orde komt, is het communicatiebeleid. Codée heeft hierin een grote en leidende rol gespeeld. Boelen: “COVRA wil open, transparant en toegankelijk blijven en kunst biedt een unieke ingang daartoe. Je kunt met behulp van kunst een gecompliceerd onderwerp als nucleair afval toegankelijk maken. Het gaat daarbij niet alleen om de beeldvorming binnen (en buiten) Nederland maar vooral ook om de aansluiting bij de directe omgeving. Hans gebruikte kunst als metafoor voor wat hier gebeurt. Ik bewonder dat en ik ga daar zeker mee door, al moet ik wel zeggen, dat ik er wat ➤



‘functioneler’ in sta. Hans blijft bij die verdere ontwikkeling nauw betrokken.” Het is volgens Boelen duidelijk dat de openheid die wordt nagestreefd op gespannen voet kan staan met security: “Maar ik zie het als noodzaak een balans te zoeken om te voorkomen dat een spookbeeld over radioactief afval ontstaat. Wanneer wij buitenlandse collega’s op bezoek hebben, kijken zij dan ook met verbazing en bewondering dat dit mogelijk is en dat het ook anders kan dan met betonnen muren en prikkeldraad.”

### COVRA ALS HÉT EXPERTISECENTRUM

Voor Boelen is het nu zaak sturing te geven aan lopende projecten en het finetunen van de organisatie. Voor de uitbreiding van het HABOG en de nieuwbouw voor de opslag van uraniumoxide van URENCO is COVRA het vergunningetraject gestart. Naar verwachting kunnen de eerste werkzaamheden nog in 2014 beginnen zodat de gehele uitbreiding gereed is in 2018. Verder loopt er een veiligheidscultuuranalyse en ontwikkelt

COVRA initiatieven voor het opzetten van een integraal managementsysteem. Boelen: “Bovendien is Nuclearair Nederland volop in beweging.

We hebben nog maar kort geleden de discussie gehad over Borssele 2. Er lopen grote projecten zoals OYSTER bij de TU Delft en ook de aanvraag voor PALLAS als opvolger van de HFR wordt besproken. Op beleidsmatig gebied wordt een Nationaal Programma voor radioactief afvalbeheer ontwikkeld en neemt het belang van Security steeds meer toe. In dit speelveld speelt COVRA een belangrijke rol. Verder maak ik mij er sterk voor om COVRA als hét expertisecentrum op het gebied van afvalbeheer, zowel in Nederland als daarbuiten, nog meer gestalte te geven.” **K**

*Menno Jelgersma*

## **VERNIUWING MOET PERIODE TOT VERVANGING OVERBRUGGEN**

### **De levensduur van de Amerikaanse kernreactoren kan tot meer dan zestig jaar worden opgevoerd volgens een uitspraak van de American Physical Society (APS). Hiermee kan de weg worden vrijgemaakt voor een solide vervangingsprogramma.**

Voor 74 van de 100 Amerikaanse kernreactoren zijn de licenties vernieuwd, waarmee de mogelijkheid ontstaat voor een levensduurverlenging tot meer dan zestig jaar. Tegelijkertijd kan hiermee het leverbare vermogen opgevoerd worden met 6.862 MWe, zodat het aandeel kernenergie in de productie van elektriciteit op twintig procent gehandhaafd kan blijven. Naast deze 74 toegekende licentievernieuwingen zijn er nog 18 aanvragen in behandeling bij de toezichthouder. Uitgaande van een levensduur van zestig jaar voor de reactoren die nu in bedrijf zijn, kan worden aangenomen dat de huidige reactoren uit bedrijf zullen worden genomen ergens

tussen het einde van de 20-er jaren en halverwege de 40-er jaren van deze eeuw. Daarmee zou dan uiteindelijk zestig procent van de huidige Amerikaanse koolstofarme opwekkingscapaciteit verloren gaan. Deze sluitingen zouden echter nog verder naar later verschoven kunnen worden omdat er eigenlijk geen technische belemmeringen bestaan om de levensduur tot meer dan zeventig of zelfs tachtig jaar te verlengen, aldus een rapport van de APS. Gegeven de tijd die nodig is voor onderzoek en activiteiten van de toezichthouder bij een aanvraag voor verlenging of vernieuwing van een licentie, adviseert APS aan de bedrijvers van kerncentrales om verdere verlengingsverzoeken al in de komende vijf jaar in te dienen.

Met verwachte levensduren van meer dan zestig jaar zouden de Amerikaanse instituties en instellingen duidelijk moeten maken dat kernenergie een voor de hand liggende keuze voor nutsbedrijven moet zijn. APS stelde dat de federale regeringen of de individuele staten prioriteit moeten geven aan technieken met de laagste koolstofuitstoot en daarmee nucleaire investeringen moeten bevorderen. Financiële instellingen zouden milieuaspecten moeten meewegen in hun beslissingen, waarmee er een voor kernenergie gunstiger situatie zou ontstaan. Maar naast het verlengen van de levensduur voor het merendeel van de bestaande kernreactoren zou de regering van de VS een programma moeten ontwikkelen voor nieuwe kernreactoren die gebouwd kunnen worden, bedreven kunnen worden en uiteindelijk uitbedrijf genomen kunnen worden op een wijze die qua milieu verantwoord en die prijstechnisch effectief is, aldus APS. **K**

Bron: WNN





© Rosenergoatom



## RUSLAND START LADEN BRANDSTOF IN SNELLE KWEEKREACTOR

**In Rusland is begonnen met het laden van brandstof in de nieuwste snelle kweekreactor Beloyarsk 4. Naar verwachting wordt de reactor binnen enkele maanden opgestart.**

Op 2 februari is begonnen met het laden en dit zal drie maanden in beslag nemen. De belading is de laatste stap in een proces dat begon in december 2013 met het inbrengen van het natriumkoelmiddel. Binnenkort zullen de eerste opstarttesten plaatsvinden. In april zal de reactor voor het eerst kritisch zijn. Beloyarsk is een van de oudste vestigingen van kerncentrales in Rusland. Twee prototypes van de RBMK grafiet-gemodereerde lichtwaterreactoren leverden op die locatie vanaf de zestiger jaren van de vorige eeuw elektriciteit tot het einde van de jaren tachtig. Op dit moment worden ze ontmanteld. De Beloyarsk-3, die in bedrijf is sinds 1981, is een 600 MWe BN-600 type snelle reactor. Beloyarsk 4 is de eerst van het type BN-800. De bouw daarvan begon in 1986, werd vervolgens stilgelegd waarna de bouw in 2006 werd hervat. Met een vermogen van 890 MWe wordt het

de krachtigste snelle reactor van dit moment. De Beloyarsk-vestiging is ook aangewezen voor de bouw van twee nieuwe BN-1200 snelle reactoren. Deze worden nu ontwikkeld door het bedrijf OKBM Afrikantov.

Een snelle neutronenreactor wordt gewoonlijk bedreven met brandstof dat bestaat uit een mengsel van uraniumoxide en plutonium. Dit type kan de efficiëntie van de brandstofcyclus sterk vergroten door over te stappen op uranium-238, dat wordt verkregen uit verbruikte brandstof van conventionele reactoren. Het type kan ook gebruikt worden voor het verbranden van de zeer lang levende actinide-isotopen uit

hoogradioactief afval en met het plutonium uit militaire voorraden.

Snelle reactoren nemen een vooraanstaande plaats in in Ruslands energiebeleid. Men wil zich meer en meer richten op veilige centrales op basis van snelle reactoren met een gesloten brandstofcyclus en op het gebruik van MOX. Naast de BN-reactoren is Rusland ook actief bij het ontwikkelen van lood-gekoelde snelle reactoren, met lood-bismut gekoelde SVBR-reactoren en met het ontwikkelen van de multi-inzetbare snelle neutronenreactoren. **K**

Bron: WNN en Rosenergoatom



## **▶ DUITSE OVERHEID HANDELDE ILLEGAAL MET GEDWONGEN SLUITING KERNCENTRALE**

Toen in 2011 het ongeluk in Fukushima plaatsvond, reageerde Duitsland even rigoureuus als abrupt met het nemen van twee beslissingen: het met onmiddellijke ingang stopzetten van acht kerncentrales die voor 1980 in bedrijf waren genomen voor een 'preventieve' periode van drie maanden en aansluitend het definitieve verbod op herstart. Het waren hierbij de Duitse deelstaten waarin de centrales zich bevonden die de verboden uitvaardigden, zonder daarbij de onafhankelijke toezichthouder te betrekken of te vragen naar de veiligheidssituaties van de centrales. Naar nu blijkt heeft de deelstaat Hessen illegaal gehandeld door de sluiting van de Biblis kerncentrale op te leggen. Deze definitieve uitspraak volgt op een beroep dat Hessen aanhangig maakte na een vonnis uit februari 2013 van de Administratieve Rechterbank, waarin ook al stond dat de deelstaat onrechtmatig had gehandeld. De hoogste bestuursrechters hebben nu met het afwijzen van het beroep de uitspraak uit 2013 bevestigd en de weg tot verdere rechtsgang afgesloten. De beslissing is genomen op basis van het feit dat Hessen een zware procedurele fout heeft gemaakt door eenzijdig te handelen en RWE als eigenaar niet bij het uitbedrijf nemen van de kerncentrale te betrekken. De verplichte stillegging van de centrales zou getuigen van een onbetrouwbare overheid,

niet in de laatste plaats omdat eerder het besluit was genomen om de levensduur van verscheidene kerncentrales te verlengen.

RWE kan nu weer naar de rechter stappen voor het eisen van schadevergoeding. De Biblis kerncentrale heeft twee reactoren. Biblis A en B zijn drukwaterreactoren (PWR) met een vermogen van respectievelijk 1.167 MWe en 1.240 MWe. Twee maanden voor de opgelegde stillegging had RWE nog een licentie gekregen om Biblis A en B tot 2019 en 2021 in bedrijf te houden. Overigens heeft dezelfde stillegging ook andere nucleaire stroomproducenten geraakt: E.ON, Vattenfall en EnBW. EnBW is voor 45 procent eigendom van de door Groenen geregeerde deelstaat Baden-Württemberg en zal de stillegging daarom niet aanhangig maken. E.ON en Vattenfall trekken de legaliteit van de stillegging in twijfel, maar hebben er

**De gedwongen sluiting van de Biblis kerncentrale van RWE na het ongeluk in Fukushima was onwettig. Dit heeft de Duitse Raad van State recentelijk bepaald. Tegen de uitspraak is geen beroep meer mogelijk. RWE beraadt zich nu op de hoogte van de te claimen schade die alleen al in 2011 meer dan een miljard euro kan bedragen.**

volgens het Duitse Atoomforum voor gekozen de zaak niet voor de rechter te brengen. In plaats daarvan vechten de bedrijven de grondwettelijke basis aan van de wijziging van de Atomic Act waarin de bedrijfsduur voor de kerncentrales werd herschreven. Vattenfall, dat in Zweedse handen is, vecht de stillegging aan via internationale arbitrage. Met het sluiten van Biblis A en B, Neckarwestheim 1, Brunsbüttel, Isar 1, Unterweser en Phillipsburg 1 is in totaal 8.336 MWe aan nucleaire capaciteit verloren gegaan. RWE heeft verklaard alleen al in 2011 meer dan 1 miljard euro schade te hebben geleden door de uitbedrijfname van Biblis. Volgens berichten in de Duitse pers zou de schade die de stroomconcerns tezamen hebben geleden claims kunnen opleveren ter waarde van vijftien miljard euro. **K**

Bron: WNN en Reuters



## AREVA EN SOLVAY WERKEN GEZAMELIJK AAN ONTWIKKELING THORIUM

**Onlangs tekende het Franse Areva een overeenkomst met Solvay SA voor het ontwikkelen van nieuwe toepassingen van thorium, waaronder het gebruik daarvan als brandstof in kernreactoren. Solvay is een Belgische international dat actief is in de chemie.**

Areva gaf in een verklaring aan dat de overeenkomst bedoeld is om te onderzoeken onder welke voorwaarden thorium kan worden ingezet als kernbrandstof. Solvay en Areva zeggen voldoende ervaring te hebben met thorium op grond van beider betrokkenheid bij het verkrijgen van uranium en zeldzame aardmetalen uit ertsen. Olivier Wantz, senior executive vice-president van Areva's mijnbouwactiviteiten, verklaarde dat deze overeenkomst voor Areva nieuwe toekomstige mogelijkheden biedt in het kader van de nucleaire kringloop. Thorium is een lichtradioactief metaal dat van nature voorkomt in grotere hoeveelheden dan uranium. In tal van landen wordt onderzoek gedaan naar toepassing ervan als kernbrandstof. Dat is met name het geval in India, Rusland, China, Noorwegen, Canada, de VS en Israël. De thoriumcyclus heeft een aantal potentiële voordelen boven de uraniumcyclus vanwege ruimere beschikbaarheid, kleiner proliferatierisico en een geringere productie van actiniden. De thoriumcyclus is bewezen als bruikbaar, maar de cyclus is nog niet voldoende commercieel toepasbaar. De IAEA (International Atomic Energy Agency) en de NEA (Nuclear Energy Agency) van de OECD stellen de bewezen voorraden van thorium op meer dan 4,5 miljoen ton. Mijnbouwer US Rare Earths gaf aan dat de hoeveelheden thorium in de VS voldoende zijn om het land eeuwenlang van elektriciteit te voorzien. **K**

Bron: NucNet

*In een thoriumreactor wordt energie geproduceerd door splijting van uranium-233. Dit isotoop van uranium komt niet in de natuur voor, maar kan wel in een reactor worden gevormd uit thorium. Wanneer thorium-232 wordt bestraald met neutronen ontstaat er via een paar stappen het splijtbaar uranium-233. In een thoriumreactor komt tien tot duizend maal minder radioactief afval vrij als in een 'gewone' kerncentrale.*

## TRAININGSSIMULATOR VOOR DE TIHANGE KERNCENTRALE

**Het Canadese bedrijf L-3 MAPPS gaat voor eenheid 1 van de Belgische Tihange kerncentrale een trainingssimulator leveren.**

L-3 MAPPS zal een volledige replica leveren van alle bedieningspanelen in de controlekamer. Dat gebeurt door grafische simulatie van de reactor en van de instructiefaciliteit. De kostprijs van het geheel is niet bekend gemaakt. Alle systemen van Tihange 1 zijn volledig ondergebracht in de trainingssimulator. Het elektrische systeem inclusief de generatoren en de transformatoren zijn gemodelleerd in FAST, een product van Tractebel Engineering, onderdeel van Electrabel, dat op zijn beurt weer behoort tot het Franse GDF-Suez. De uitvoering van het project is al gestart; de leiding berust bij Tractebel Engineering. Begin 2016 zal het project gereed zijn en kan de simulator in bedrijf worden genomen. Simulators zijn vitale onderdelen voor de training van de operators. En dat geldt dan niet alleen bij de aanvang van hun werk als operator, maar gedurende hun gehele carrière. Tihange 1 is een 962 MWe drukwaterreactor (PWR). In 1975 werd de eenheid in gebruik genomen; de sluiting is voor 2025 gepland. De centrale bestaat naast eenheid 1 uit nog twee andere eenheden van 1.008 respectievelijk 1.048 MWe. Ook dat zijn PWR's. Deze eenheden werden in 1980 in gebruik genomen en zouden volgens planning eveneens in 2025 uit bedrijf worden genomen. **K**

Bron: WNN

*De Tihange reactor met zijn drie eenheden  
(Foto: L-3 MAPPS)*





**In het stelsel van afspraken van de Europese Commissie (EC) voor energie en klimaat per 2030 is een reductie van veertig procent van de broeikasgassenemissies opgenomen. Het laat lidstaten de vrijheid om zelf te bepalen op welke wijze zij dat doen binnen een 'geëuropeaniseerd' energiesysteem.**

# ➤ BROEIKASGASSEN LEIDEN TOT NIEUWE EUROPESE DOELEN

De 2030-afspraken dekken de periode na de huidige 2020-afspraken, die een emissiereductie van twintig procent voorschreven met twintig procent hernieuwbaar in de energiemix en twintig procent meer efficiëntie in energiegebruik. Al die doelen zijn bindend voor alle lidstaten binnen wat EU-president José Manuel Barroso 'een top-down benadering' noemde. In tegenstelling daarmee zouden de recent genoemde 2030-afspraken een 'bottom-up' benadering zijn, waarbinnen elke lidstaat zijn eigen plan voor een 'competatieve, zekere en duurzame energiemix' maakt. Over de EU als geheel moeten die nationale plannen tezamen bewerkstelligen dat de emissie van broeikasgassen vermindert tot veertig procent onder het emissieniveau van 1990. Daarbij moet het marktaandeel van hernieuwbare energie worden verhoogd, zodat het tenminste 27 procent zal bedragen. Wat de bijdrage van elk land wordt om tot de gestelde doelen te komen, zullen ze onderling moeten uitonderhandelen. De lidstaten ontwikkelen aansluitend hun nationale plannen voor detaillering volgens een 'iteratief' proces, dit om zowel voldoende ambitieus als consistent en uitvoerbaar te zijn. Hoge EU-officials gaven bij een briefing te kennen, dat de verminderingen in de emissies zoals door de verschillende landen beloofd is, in wetgeving wordt vastgelegd en dan ook bindend zullen zijn. Zij waren ook stellig waar het ging om het beloofde percentage hernieuwbaarheid van in totaal (minimaal) 27 procent, maar zij konden niet bevestigen dat ook dit percentage bindend zou worden.

**K** Foto van: José Manuel Barroso  
Fotocredit: Johannes Jansson/norden.org

Barroso zei dat de groei van hernieuwbaar van 20 tot 27 procent per 2030 onderdeel was van het doel om de emissies met veertig procent van die van 1990 te verminderen. De wens van de EU om dat te realiseren zou signalen afgeven en daarmee zorgen voor een voortdurende druk om tot investeringen in de energiesector te komen. Voorzien is

**“ONS PAKKET MAATREGELEN VOOR 2030 GAAT NIET ALLEEN OVER STREEFCIJFERS, OOK AL ZIJN ZE EXTREEM BELANGRIJK. DE VOLTOOIING VAN DE INTERNE ENERGIEMARKT VOOR ZOWEL ELEKTRICITEIT ALS GAS IS EEN ESSENTIEEL ONDERDEEL VAN ONZE AANPAK. EEN VOLLEDIG GEÏNTEGREERDE MARKT KAN VOLGENS RAMINGEN TOT EEN KOSTENBESPARING TUSSEN DE VEERTIG EN ZEVENTIG MILJARD EURO LEIDEN TOT 2030. EEN DERGELIJKE VOORUITGANG IS NIET MOGELIJK ZONDER EEN OP JUISTE WIJZE GEÏNTEGREERDE, MODERNE INFRASTRUCTUUR.”**

dat hernieuwbaar, inclusief twaalf procent waterkracht, ongeveer 45 procent van de elektriciteit zal opwekken vanaf 2030. Kernenergie heeft dan een aandeel van ongeveer 27 procent en fossiel 26. Jean-Pol Poncelet, algemeen directeur Foratom, zei het te betreuren dat de realiteit van kernenergie niet werd benadrukt in de huidige verklaringen van de EC.

## EUROPEANISERING

Barroso merkte op dat de grote variatie in de energiepolitiek van de landen onderling het risico van fragmentatie van de interne

markt met zich meebrengt. Dit staat de meest kosteneffectieve wijze in de weg om de doelen van 2020 te realiseren. Daarom is het duidelijk dat een centraal thema in de nationale plannen zal bestaan uit verplichte samenwerking en overeenstemming tussen buurlanden. Wat de EC vandaag doet is 'het Europeaniseren' van de Europese politiek, aldus een zagsman.

Het regionale aspect in de planning is bedoeld om de meest kosteneffectieve wijze van investeren te bevorderen, met name ten aanzien van hernieuwbare energie. Maar de officials konden geen detaillering geven over hoe landen gezamenlijke investeringen zouden kunnen financieren.

Het evenwicht tussen de behoeften van de lidstaten is lastig te vinden, gegeven de grote verschillen in behoeften en wensen ten aanzien van hernieuwbaar, schaliegas, kernenergie en kolen. Extreme verschillen bestaan tussen bijvoorbeeld de wens van Polen om door te gaan met het gebruiken van goedkope lokale kolen, Duitslands druk naar hernieuwbaar vanuit de politiek van de Energiewende en de wens van de UK naar meer nucleair.

De EC zal sturing geven aan landen om hun plannen te ontwikkelen, waar een periode van omstreeks zes jaar beschikbaar is om die voor te bereiden. Vanaf nu kunnen de landen reageren op het stelsel afspraken dat vanaf 2020 in werking treedt, een en ander voordat de regeringsleiders elkaar in maart ontmoeten. De onderhandelingen voor het vaststellen van de nationale doelen moeten tijdig zijn afgerond met het oog op de benoeming van de nieuwe commissarissen in november. **K**

Bron: WNN





A close-up photograph of a lead-bismuth alloy cooling system. The alloy is contained within a circular, metallic vessel. The surface of the alloy is highly textured and appears to be cracked or porous, with a dark, almost black, irregular pattern. A metal rod or tool is visible, extending into the alloy from the top right. The background is dark and out of focus, suggesting an industrial or laboratory setting.

## IN BEELD

### EXPERIMENTEN MET LOOD-BISMUT, HET KOELMIDDEL VOOR MYRRHA

Het werk gaat door bij het multi-inzetbare onderzoeksreactorproject MYRRHA bij SCK•CEN in het Belgische Mol. MYRRHA is het eerste prototype van een reactor die wordt aangedreven door een deeltjesversneller. Het is deze externe neutronenbron die de kettingreactie van atoomsplijtingen in de kern in stand houdt. Een dergelijke neutronenbron bestaat uit een zwaar-metalen spallatie-target die wordt aangedreven door een, in een lineaire versneller gemaakte, protonenbundel. De sub-kritische reactor wordt gekoeld door een mengsel van lood en bismut (zie foto). De reden voor dit koelmiddel is de keuze voor een bestralingsfaciliteit met een spectrum van snelle neutronen. Het doel van MYRRHA is onder andere om het concept van een versneller-aangedreven reactor te demonstreren. **K**

*Bron: SCK•CEN - Used by permission*

## Boekbespreking

# RADIATION - WHAT IT IS, WHAT YOU NEED TO KNOW

**‘Praktisch alles is radioactief, net als wij; sommige dingen zijn alleen radioactiever dan andere.’ Het is de eerste zin van het onlangs verschenen boek *Radiation – what it is, what you need to know* van Robert Peter Gale en Eric Lax. Met straling overal om ons heen is het verwonderlijk dat de meeste mensen geen idee hebben wat het is. De auteurs hopen dat mensen na het lezen van hun boek voldoende kennis hebben om zich een idee te vormen over gezondheidseffecten en –risico’s bij straling.**

Na het ongeluk in Fukushima waren binnen een vloek en een zucht de jodiumtabletten in Californië uitverkocht en waren er in China, Rusland, Finland en Duitsland geen geigertellers meer te krijgen. Het gebruik van een elektrische deken wordt door sommige mensen vanwege ‘straling’ ontraden, maar een preventieve CT-scan blijkt geen probleem. Het is een bekend verschijnsel. Zo gauw het woord straling valt, klimt iedereen in de gordijnen, maar reacties zijn willekeurig. In de introductie lichten Gale en Lax de gebeurtenissen (1985) rond de Braziliaanse cesiumbron toe, die na te zijn gestolen uit een verlaten ziekenhuis, bij een schroothandelaar terecht komt, door zijn vrouw in een plastic zak met openbaar vervoer naar een plaatselijk ziekenpost wordt gebracht en uiteindelijk bijna door de brandweer in een rivier wordt gegooid. 110.000 mensen moeten worden gescand. Twintig mensen belanden in het ziekenhuis, vier komen te overlijden, waaronder de dochter van de schroothandelaar die zich met het blauw schijnende cesium-137 (poeder) had ingesmeerd en een klein deel had ingeslikt. Volgens de schrijvers toont dit voorbeeld aan dat gebrek aan nucleaire kennis fataal kan zijn. Maar ook dat de gevaren van radioactieve straling niet noodzakelijkerwijze zijn zoals je verwacht. “Er is vaak een groot verschil tussen waar we bang voor zijn en wat gerechtvaardigde angst is en dat is de kloof die we hopen de dichtten.” Gale en Lax laveren in hun boek van een introductie over straling via alfa’s, bèta’s en gamma’s, becquerels, sieverts en grays, de interactie van radioactiviteit en mensen, richting het verband tussen kanker en radioactieve straling. Ze gaan in op de historie, fissie en fusie, de huidige beeldvorming rond nucleair door Hiroshima en Nagasaki en de recentere ongelukken in Three

Miles Island, Tsjernobyl en Fukushima. Het bestralen van voeding krijgt een apart hoofdstuk, evenals medische toepassingen en de kijk op nucleaire wapens. “Ongeveer 50 procent van de energie die bij een atoombom vrijkomt, veroorzaakt een drukgolf, ongeveer 35 procent is thermische energie en ongeveer 15 procent is straling waarvan het merendeel uit neutrino’s bestaat die de omgeving niet verontreinigen.” Het boek besluit met een hoofdstuk Vraag en Antwoord waarin alledaagse vragen helder en compact worden beantwoord. En wat betreft de jodiumtabletten die na Fukushima in de VS waren uitverkocht, zeggen de auteurs: “Dat was net zo zinnig als het opkopen van alle paraplu’s in Californië, omdat het regent in Barcelona.”

“Beangstigend zoals het onderwerp van het boek kan zijn; informatie en onderricht kunnen enkele en soms zelfs de meeste angsten voor straling wegnemen. De vaak elkaar tegensprekende informatie over de mogelijke gevolgen van alle soorten straling voor de gezondheid, laat vermoedelijk wie dan ook verward achter en roept de vraag op wat hij of zij kan doen om het risico op letsel te verminderen. Hoe verhoudt kans op kanker door straling zich in vergelijking met andere kankerrisico’s in je leven? Deze legitieme zorgen verdienen directe, intelligente en aannemelijke antwoorden, die wij pogen te geven.”

*Radiation – what it is, what you need to know* is vlot geschreven en geschikt voor een breed lezerspubliek. Het voldoet aan de verwachting die de auteurs in de inleiding schetsen en zal mensen die niet meer van radioactieve straling weten dan wat ze in de media krijgen voorgeschoteld, voldoende kennis geven om een genuanceerdere mening te vormen. Als minpunt zou je het gebrek aan diepgang kunnen noemen, maar goed, het is doorgaans het één of het ander: helder voor een breed publiek of diepgang voor de intimi. **K**

Menno Jelgersma

### RADIATION – WHAT IT IS, WHAT YOU NEED TO KNOW

Auteurs: Robert Peter Gale en Eric Lax

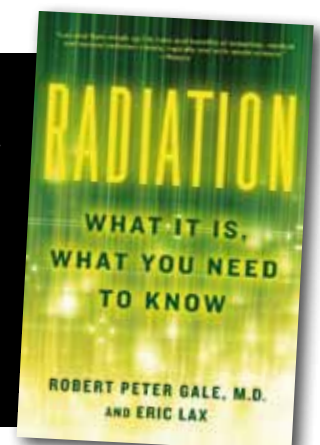
Uitgever: Vintage Books

Taal: Engels

ISBN: 978-0-307-95020-8

Soort: Paperback

Prijs: 12,99 euro





## EERST REIS NIEUW ZWEEDS SCHIP VOOR TRANSPORT RADIOACTIEF AFVAL

**De MS Sigrid van het Zweedse Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB) maakte zijn eerste trip met radioactief materiaal. Het schip vervangt het kleinere MS Sigyn, dat dienst deed sinds 1982. MS Sigrid is ontworpen en gebouwd door Damen Shipyards.**

SKB dat verantwoordelijk is voor de opslag van het Zweedse kernafval, besloot eind 2010 een nieuw schip te laten bouwen als vervanging van de Sigyn. Sigyn werd meer dan 30 jaar gebruikt voor het transport van radioactief afval van de Zweedse kerncentrales en laag- en middelactief afval afkomstig van het Studsvik researchcentrum naar de opslagfaciliteiten bij Oskarshamn and Forsmark. Het ontwerp van de Sigrid is van het Nederlandse Damen Shipyards in Gorinchem. De bouw vond plaats bij Damen Shipyards in Galati (DSGa) in Roemenië. De romp werd te water gelaten in oktober 2012. Nadat de afbouw was voltooid, werd het schip afgeleverd in Zweden, waar het begin december 2013 in Rijnghals aankwam. De Sigrid maakte onlangs zijn eerste vaart met het transport van radioactief materiaal afkomstig van de Rijnghals kernreactor naar de tijdelijke opslagfaciliteit in Oskarshamn. SKB is van plan met Sigrid alle nucleaire transporten uit te gaan voeren. Het schip is weliswaar eigendom van SKB, maar wordt geëxploiteerd door Furetank Rederi AB. Sigyn is momenteel opgelegd in Donso. SKB overweegt het schip te verkopen. **K**

*Bron: WNN en Damen Shipyards*



## CONTRACT GESLOTEN VOOR BOUW NIEUWE MOLYBDEEN PRODUCTIE-EENHEID

De Australische Nuclear Science and Technology Organisation (Ansto) heeft een contract gesloten voor het ontwerp en de bouw van een nieuwe installatie om het radio-isotoop molybdeen-99 te produceren. Molybdeen-99 (Mo-99) is de bron voor het radio-isotoop technetium-99 dat voor diagnostische onderzoeken in ziekenhuizen wordt gebruikt. Men schat dat er jaarlijks wereldwijd ongeveer 45 miljoen onderzoeken mee worden gedaan. De productie vindt plaats in kernreactoren, vaak onderzoekreactoren. De halfwaardetijd van het molybdeen isotoop bedraagt slechts 66 uur, waardoor het niet op voorraad kan worden gehouden. Het moet zo kort mogelijk voor het gebruik worden geproduceerd. De grootste hoeveelheid van het isotoop wordt geproduceerd in reactoren in Nederland, België, Canada, Zuid-Afrika en Rusland met reactoren die veelal uit de vijftiger en zestiger jaren uit de vorige eeuw stammen. In Nederland is dat de HFR in Petten. Die oudere reactoren worden door storingen vaak stilgelegd; soms liggen meerdere van hen tegelijkertijd stil. Daardoor komt het voor dat er wereldwijd ernstige tekorten aan het radio-isotoop ontstaan.

De OPAL-reactor van Ansto werd in 2006 in bedrijf genomen en behoort dus zeker niet tot de generatie oude reactoren. OPAL is in staat jaarlijks rond de 550.000 doses te produceren, voldoende voor de behoefte van Australië. De nieuwe Nuclear Medicine Molybdenum-99 (ANM Mo-99) installatie zal het mogelijk maken de productie op te voeren tot omstreeks 20 miljoen doses per jaar. Australië wordt dan een belangrijke leverancier op wereldschaal. Ansto kondigde in september 2012 de bouwplannen voor nieuwe Lucas Heights installatie aan. De toezichthouder, de Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, verleende de vergunning daartoe in oktober 2013. Het bouwcontract is gegund aan het Australische Watpac Limited. Watpacs manager voor New South Wales zei dat met de ontwerpfase voor de nieuwe installatie is begonnen. De bouw zou in 2016 gerealiseerd moeten zijn. Het gebouw zal als nucleair geclassificeerd worden, het moet daarom voldoen aan de eisen van de Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency en het Australian Non-Proliferation and Safeguards Office. **K**

*Bron: WNN*



**JAN  
WIEMAN**



**JAN LEEN  
KLOOSTERMAN**

## VRAAG & ANTWOORD

In de rubriek 'Vraag & Antwoord' beantwoordt een panel van experts lezersvragen. In elke Kernvisie komt een aantal aan bod. Heeft u misschien zelf ook een vraag? U kunt deze direct stellen aan de Stichting KernVisie via: [info@kernvisie.com](mailto:info@kernvisie.com).

### GEbruik VAN MOX LEVERT DAT MINDER RADIOACTIEF AFVAL OP?

*In de Kernvisie Magazine van december 2013 las ik dat de kerncentrale Borssele nu ook MOX gaat gebruiken. Levert dat ook minder radioactief afval op? Het plutonium wordt nu toch gerecycled?*

**Jan Wieman (EPZ):** Voor wat betreft het radioactieve afval zijn er geen verschillen tussen het gebruik van verrijkt uranium en MOX als brandstof voor de kerncentrale Borssele. MOX gedraagt zich in de reactor nagenoeg hetzelfde als standaard splijtstof van verrijkt uranium. Er zijn daardoor geen verschillen voor de bedrijfsvoering en dus ook geen verschillen voor productie van bedrijfsafval, zoals radioactief besmette harsfilters. Ook het aantal splijtstofelementen dat ieder jaar wordt ontladen verandert niet. Want het splijtstofgebruik is direct gekoppeld aan de energieproductie van de kerncentrale en die verandert ook niet. Met andere woorden: de hoeveelheid

restproducten uit de ingezette splijtstof blijft gelijk. Dat geldt zowel voor de hoeveelheid warmteproducerend kernsplijtstofafval als de hoeveelheden overige restproducten en bedrijfsafval. Door de inzet van MOX-splijtstofelementen is minder verrijkt uranium nodig; dat spaart afval bij de toeleverende industrie. Zo ontstaat er minder afval uit uraniummijnbouw en reststoffen bij uraniumverrijking zoals verarmd uranium. Doordat er meer plutonium nodig is om MOX te fabriceren dan dat er later in de recyclingfabriek weer uit wordt teruggewonnen, is MOX een manier om netto plutonium te verwijderen. Dat heeft voordelen vanuit oogpunt van beveiliging van het plutonium en bij het verkleinen van het proliferatierisico.

*Meer lezen?*

*De MER Brandstofdiversificatie is te vinden op*

*<http://epz.nl/downloads>*

*Hoofdstuk 6.5 behandelt de gevolgen van het MOX project voor de hoeveelheid afval.*

#### **Jan Wieman**

Ir. Jan Wieman (1953) werkt sinds 1985 bij de kerncentrale Borssele, eerst binnen de bedrijfsvoering en sinds 2001 als manager van de splijtstofcontracten.

## HOE WERKT HET GEBRUIK VAN THORIUM IN KERNCENTRALES NOU PRECIËS?

*Ik lees veel over het gebruik van thorium in kerncentrales. Hoe werkt dat precies en waarom wordt het nog steeds niet toegepast?*

**Jan Leen Kloosterman:** Thorium kan niet direct in een kerncentrale worden gebruikt als splijtstof, omdat het in tegenstelling tot uranium geen splijtbaar isotoop bevat. Thorium kan echter wel worden gebruikt als kweekstof. Na absorberen van een neutron wordt thorium-232 via protactinium-233 omgezet naar het splijtbaar uranium-233. Uranium-233 is de best splijtbaar stof die we kennen. Toepassing van thorium vergt wel een reactor die heel zuinig omgaat met zijn neutronen, omdat voor elk uranium-233 atoom dat wordt verspleten twee neutronen nodig zijn om een nieuw uranium-233 atoom te maken. Eentje voor het absorberen in thorium en eentje om het uranium-233 vervolgens te versplijten. Als je dus een kettingreactie in stand wilt houden zonder gebruik van extra splijtstof, kun je maar heel weinig neutronen verliezen. Normaal is er in een kerncentrale altijd verlies van neutronen, bijvoorbeeld door absorptie in het koelmiddel of doordat neutronen wegvliegen uit de reactor (neutronenlek noemen we dat). Dit verlies van neutronen moet zoveel mogelijk beperkt worden.

Het gebruik van grafiet als moderator in plaats van water verdient dan de voorkeur omdat grafiet nagenoeg geen neutronen absorbeert. De thoriumcyclus wordt dan ook vooral bestudeerd in combinatie met de gasgekoelde Hoge Temperatuur Reactoren of Gesmoltenzout Reactoren. TU-Delft werkt aan beide concepten. De eerste heeft als nadeel dat de brandstof zo goed is verpakt in grafiet en siliciumcarbide dat deze moeilijk is her te gebruiken. De gesmoltenzout reactor scoort op dit punt veel beter maar vergt ook nog veel ontwikkeling. Slagen wij in onze poging een kweekcyclus met thorium in stand te houden, dan zijn de thoriumvoorraden voldoende om gedurende vele tienduizenden jaren alle elektriciteit wereldwijd op te wekken met thorium. **K**

*Meer lezen?*

*Raadpleeg de webpagina van Jan Leen Kloosterman:  
[www.janleenkloosterman.nl](http://www.janleenkloosterman.nl)*

### Jan Leen Kloosterman

Dr. Ir. Jan Leen Kloosterman (1964) werkt sinds 1998 als Universitair Hoofddocent bij de Technische Universiteit Delft op het gebied van Reactor Fysica. Zijn onderzoek richt zich met name op het ontwerp van nieuwe, innovatieve kernreactoren.

## COLUMN



## EEN DIJK VAN EEN EINDBERGING

De nieuwjaarsbijeenkomst van KIV-Ke/NNS was dit jaar bij de COVRA in Zeeland. We kregen hier interessante presentaties en een rondleiding over de uitbreiding van het oranje HABOG-gebouw voor hoogradioactief afval, met alvast een vooruitblik naar de periode na de

100 jaar opslag hierin. Nu al wordt hiernaar veel onderzoek gedaan: opslag in diepe aardlagen. Er zijn immers genoeg gesteenten waarvan bewezen is dat die al honderden miljoenen jaren op dezelfde plek liggen. Maar ja, in het verleden behaalde resultaten bieden geen garantie voor de toekomst, daarom is het beleid dat dergelijke opslag t.z.t. terughaalbaar moet gebeuren.

Thuisgekomen uit Zeeland lag de jaarlijkse rekening van het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier op de mat. Hee ja, onze droge voeten, daar zijn die mensen ook continu voor in de weer. De dijken... daarvan vraagt niemand zich af of ze wel langer dan 100 jaar mee gaan, en wat er op de langere termijn mee gebeurt, nog afgezien van de hele problematiek rond zeespiegelstijging. Ook gaat niemand er vanuit dat we met z'n allen eens zullen moeten verhuizen. Iedereen vindt het normaal dat beheer en onderhoud van dijken een continu doorlopend proces is.

Al eeuwenlang worden er in Nederland civieltechnische structuren gebouwd en onderhouden. Zouden de vaten na 100 jaar opslag in het HABOG niet als structuurmateriaal in waterkeringen onder te brengen zijn? Die worden regelmatig gecontroleerd en onderhouden. Er hoeft dan geen nieuwe organisatiestructuur speciaal voor nucleaire eindberging te worden opgericht; de beheerstaak wordt dan ondergebracht bij een bestaande structuur, de hoogheemraadschappen. Controle op de integriteit van een aantal vaten in de dijkstructuur is een kleine uitbreiding op de lopende controle op integriteit van de dijkstructuur als geheel die toch al plaatsvindt. Misschien een aardig onderwerp voor een volgende nieuwjaarsbijeenkomst. **K**

*Aliki van Heek*





## BELGISCHE MYRRHA VOORAAN BIJ ONTWIKKELING LOOD-BISMUTTECHNOLOGIE

**NucNet - 14 januari: Het werk gaat door bij het multi-inzetbare onderzoeksreactor-project MYRRHA bij SCK•CEN (StudieCentrum voor Kernenergie/Centre d'étude de l'Énergie Nucleaire) in het Belgische Mol. MYRRHA is het eerste prototype reactor aangedreven door een deeltjesversneller. Projectdirecteur prof. dr. Hamid Aït Abderrahim sprak in onderstaand interview met NucNet over de technische specificaties en de mogelijkheden.**

**NucNet (NN):** Wat is MYRRHA?

**Aït Abderrahim (AA):** MYRRHA is een grote research faciliteit. De basis is een sub-kritische reactor, gekoeld door een mengsel van lood en bismut. De reden voor

de keuze van dat koelmiddel is dat we een bestralingsfaciliteit met een spectrum van snelle neutronen willen hebben. Lood-bismut stelt ons in staat om dit type kritische of sub-kritische reactor te ontwikkelen. Het doel van MYRRHA is om het concept van een versneller-

aangedreven reactor te demonstreren. Zo'n reactor is dus niet in staat om zelfstandig de splijtingskettingreactie in stand te houden. In het centrum van de reactorkern zit een extern aangedreven neutronenbron die de kettingreactie van splijtingen in stand houdt. Een dergelijke neutronenbron bestaat uit een zwaar-metalen spallatie-target die wordt aangedreven door een, in een lineaire versneller gemaakte, protonenbundel. Bij MYRRHA levert deze lineaire versneller een protonenbundel van maximaal vier mA bij een energie van 600 MeV. We schieten deze bundel op de target, eveneens een vloeibaar lood-bismut mengsel. Op deze manier genereren we de neutronen voor het opstarten en het in stand houden van de splijtingskettingreactie in de



Bron: SCK•CEN - Used by permission

reactorkern. Met deze neutronen worden de brandstofelementen in de reactorkern 'besproeid'. Als we de versneller stoppen, stopt alles. Dat is het principe. Het doel van deze machine is allereerst om het concept van het versneller aangedreven systeem (ADS) te demonstreren bij een vermogen van 100 MegaWatt thermisch (MW<sub>th</sub>). Dat is, zoals ik het noem, de stap van de pre-industriële schaal naar de industriële schaal. Ten tweede zijn we met deze machine in staat om experimenten uit te voeren ten behoeve van het transmuteren van hoogradioactief afval. Ten derde kunnen we ook nieuwe typen innovatieve brandstof demonstreren voor Generatie IV reactoren, die we hiermee ook kunnen testen. Materiaalonderzoek en het produceren van

materialen is ook een toepassing die we bekeken hebben als onderzoeksveld voor deze machine. Wij maken een 'harder' spectrum in termen van neutronenenergie dan andere R&D-reactoren dankzij onze spallatietechniek. Hardere neutronen maken het mogelijk om de condities in een fusiereactor te imiteren en het effect te onderzoeken van harde neutronenstraling op de constructiematerialen van een fusiereactor. En, niet op de laatste plaats, we willen met het MYRRHA-systeem ook medische radio-isotopen produceren, zoals we nu doen in de experimentele BR2 reactor in Mol. We gaan ook werken aan het fabriceren van met neutronen bestraald silicium ten behoeve van vermogens-elektronica

**NN:** Gaat MYRRHA de BR2 vervangen?

**AA:** Ja, MYRRHA zal de BR2 vervangen. Maar het systeem heeft een bredere toepassingsschaal dankzij het gegeven dat het een sub-kritische reactor is, gekoppeld aan een versneller. Die versneller is een pluspunt op zichzelf. We willen dat apparaat niet alleen gebruiken om MYRRHA aan te drijven, maar een deel van de bundel gaat dienen om meer fundamenteel onderzoek te doen. Dat noemen we 'ISOL bij MYRRHA', vergelijkbaar met Isolde bij CERN in Geneve (redactie: een massa spectroscopie-systeem). Ons systeem zal continu gedurende langere perioden werken. Dat betekent dat we fysische experimenten kunnen uitvoeren aan gebeurtenissen die slechts zelden optreden.

**NN:** waarom werd besloten om een mengsel van lood en bismut als koelmiddel te gebruiken?

**AA:** De reden daarvoor was eenvoudig. Het smeltpunt van lood is 327 °C. Als je een mengsel van 55% lood en 45% bismut neemt ontstaat een zogenaamd eutectisch punt (redactie: een eutectisch punt is een mengsel waarvan het smeltpunt lager is dan dat van de afzonderlijke componenten) waarbij het smeltpunt slechts 123 °C is. Het

voordeel daarvan is dat de werkteemperatuur van de reactor niet zo hoog hoeft te zijn. Normaal werk je bij ongeveer 100 °C boven het smeltpunt om er zeker van te zijn dat het koelmiddel niet stolt. Bij zuiver lood was de inlaattemperatuur dan 470 °C en de temperatuur bij de uitlaat zelfs 570 °C. Met het lood-bismut mengsel wordt dat dan 220 °C respectievelijk 320 °C.

Deze temperaturen zijn vergelijkbaar met die van een moderne drukwaterreactor. De temperatuur heeft ook invloed op de materialen van de inwendige structuur van de reactor. Met lood-bismut koeling kunnen we standaard staal gebruiken zoals dat ook elders in de nucleaire industrie wordt toegepast. Met zuiver lood als koelmiddel zouden we bij hogere temperaturen moeten werken en zouden we materialen die bestand zijn tegen die hogere temperaturen moeten gebruiken. Het echte probleem daarbij is corrosie. Bij het werken bij hogere temperaturen wordt corrosie belangrijker. Met lood-bismut als koelmiddel, werken we bij lagere temperaturen en beperken we de aan corrosie gerelateerde problematiek.

**NN:** Maakt het gebruik van lood-bismut de reactor veiliger?

**AA:** Vergeleken met zuiver lood is er geen verschil in veiligheid. Vergeleken met bijvoorbeeld natrium is lood-bismut veiliger. Dat komt vanwege de chemische reactiviteit van water, waterdamp of zelfs lucht met natrium. Natrium reageert exotherm met water maar lood of lood-bismut doen dat niet. Dat is het voordeel. Vergeleken met gas als koelmiddel is er nog iets anders van belang. Gas en lucht reageren niet met elkaar. Maar de effectiviteit is minder omdat de warmtecapaciteit van gas minder is dan die van lood. Daarom is lood veiliger. Lood is ook veiliger op het punt van stralingsafscherming. Lood is het materiaal voor stralingsafscherming.

**NN:** wordt een dergelijke reactor elders in de wereld gebouwd of ontwikkeld? ➤





**AA:** Jazeker. De eerste toepassing waar wetenschappers aan dachten bij lood-bismut koeling, was voor het aandrijven van schepen, in duikboten of in oppervlakteschepen. De Russen waren succesvol met de ontwikkeling daarvan. Hun voornaamste probleem was corrosie, maar ze slaagden erin die te controleren. Ook de VS heeft veel onderzoek gedaan naar deze technologie, maar zij zijn er nooit in geslaagd het corrosieprobleem te beheersen. Zij verlieten de lood-bismut optie en richtten zich op de ontwikkeling van drukwaterreactoren voor hun duikboten. Lood-bismut reactoren werden gebouwd in Rusland door Obninsk en Nizhny Novgorod om de mogelijkheden van deze technologie te demonstreren en we hebben nu toegang tot die informatie.

**NN:** hoe ziet het licentieproces eruit voor het MYRRHA-project.

**AA:** We willen de licenties voor MYRRHA eind 2014 zeker gesteld hebben. Dat houdt in dat we met het ontwerp van MYRRHA en de bijbehorende technologie zover gevorderd moeten zijn dat alles wordt ondersteund door een R&D-programma. Dat programma moet aantonen dat de innovatieve, of 'riskante', onderdelen uitvoerbaar zijn.

**NN:** zijn er internationale partners bij het project betrokken?

**AA:** We hebben samengewerkt met een aantal partners binnen het EU Framework Programma. Er waren projecten voor verschillende componenten en aspecten van MYRRHA met partners uit Frankrijk, Duitsland, Italië, de Tsjechische Republiek, Portugal en het Verenigd Koninkrijk. Op dit moment kijken we naar andersoortige vormen van samenwerking, partners die toetreden tot het consortium dat MYRRHA gaat bouwen. We voeren discussies met Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Italië en met de Europese Commissie over deelname in MYRRHA. We kijken ook naar buiten Europa, maar de Europese dimensie moet behouden blijven. We willen dat 70% van de financiering van het project Europees is. Buiten Europa kijken we met name naar Japan, waarmee we bezig zijn een buitengewoon interessante discussie te voeren. We kijken ook naar Zuid Korea, China en de VS.

**NN:** U zei dat de Russen al experimenteerden met deze technologie. Zijn zij geïnteresseerd in deelname?

**AA:** We discussieerden met de Russen over de mogelijkheden tot deelname in het MYRRHA-project en zij waren zeer geïnteresseerd. Zij denken aan het bouwen van een kleine modulaire reactor gebaseerd op de lood-bismut technologie, de SVBR-100 reactor. Hun ontwerp verschilt niet teveel van MYRRHA. Ze gaven aan belangstelling te hebben in ons project en discussies over hun mogelijke betrokkenheid zijn gaande.

**NN:** Waarom besloten jullie om mixed oxide (MOX) brandstof voor MYRRHA te gebruiken?

**AA:** In snelle reactoren kun je uranium-238 als brandstof gebruiken, maar je kunt niet uitsluitend verarmd uranium als brandstof gebruiken omdat je enig splijtbaar materiaal nodig hebt om te starten. België heeft al een lange tijd gewerkt met mixed-oxide uranium-plutonium brandstof (MOX). Het is dus logisch dat we erover dachten dat te gebruiken. We beschikken over de informatie nodig om vergunning te krijgen voor het gebruik van dit type brandstof in onze instellingen. Dit is de pragmatische benadering die we besloten in te zetten.



**NN:** Hoe zit het met mogelijke bijproducten van de MYRRHA reactor zoals kwik en polonium?

**AA:** Er is inderdaad een probleem als we de spallatiebron bombarderen met protonen omdat daarbij enig kwik ontstaat en dat is een reactieve stof. Het onderwerp polonium is een gevolg van het gebruik van lood-bismut als koelvloeistof omdat bismut door het invangen van neutronen kan worden omgezet in polonium. Polonium is een radiotoxisch product. Het gevaar van de twee bijproducten is dat zij een gevaar vormen als ze ontsnappen. Maar we hebben al proeven uitgevoerd en testen met MYRRHA het gedrag van kwik en polonium. Het punt is dat we een manier moeten vinden om ze te vangen en op te slaan als ze ontstaan. Het eerste experiment dat we uitvoerden was om te proberen polonium in het

*eutectische mengsel vloeibaar metaal op te laten lossen. Het vormt dan een metallisch molecuul met lood, genaamd lood-polonide. Het molecuul blijft in de vloeistof waaruit het niet vrijkomt. Vervolgens onderzochten we wat er gebeurt als een kleine hoeveelheid polonium op welke manier dan ook, toch vrijkomt. Het resultaat was dat dat minder dan een miljoenste deel van het geproduceerde polonium was, maar alleen als water in het vloeibare metaal terecht was gekomen.*

*Als polonium vrijkomt, komt het in het gas terecht dat zich bovenin de reactor bevindt, waar ook andere radioactieve stoffen zich verzamelen. Die stoffen worden in 'kouvallen' gevangen. Er is een compleet laboratorium ingericht om dit onderwerp te onderzoeken. Het onderzoek wat daar plaatsvond toonde aan dat er zeer weinig vrijkomt en dat dit op effectieve wijze gevangen wordt in 'cold traps'. **K***

Professor dr. Hamid Aït Abderrahim is specialist in reactorfysica, reactor dosimetrie, brandstofteten- en kernreactor-technologie. Hij werkt bij de SCK•CEN, het Belgische Nucleair Research Centre vanaf 1989. In 1998 werd hij directeur van het MYRRHA-project en in 2010 plaatsvervangend algemeen directeur bij SCK•CEN. MYRRHA, bij SCK•CEN's hoofdkwartier in Mol, wordt een multifunctionele reactor en het eerste prototype kernreactor aangedreven door een deeltjesversneller. Het doel is om in 2022 of 2023 operationeel te zijn.

*Het interview verscheen eerder bij NucNet in de serie NucNet Insider (nr 2, 14 januari 2014)*

## NIEUWJAARBIJEENKOMST KIVI KERNTECHNIEK/NNS

**Op 24 januari hield KIVI/NNS haar nieuwjaarsbijeenkomst bij COVRA onder de titel Tijd voor HABOG+. Deze plaats werd gekozen omdat het in november 2013 tien jaar geleden was dat het Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG) door COVRA in gebruik werd genomen.**

Het HABOG is uniek in Nederland en zal gedurende honderd jaar het hoogradioactieve afval van Nederlandse kerncentrales en onderzoekreactoren opslaan. Door onder meer de verlengde bedrijfsduur van de kerncentrale in Borssele en de mogelijke realisatie van de nieuwe onderzoekreactor Pallas in Petten moet de opslagcapaciteit van het HABOG worden uitgebreid.

Met als uitgangspunt de opslagperiode van honderd jaar in het HABOG, zou in de nieuwjaarsbijeenkomst het HABOG worden gepresenteerd door de ogen van de kunstenaar William Verstraete (die van de uitbreiding van het HABOG net

zoals van het eerste deel, een kunstwerk zal maken) en Vincent Icke, hoogleraar astrofysica en kunstenaar. Het was jammer dat professor Icke plotseling verhinderd was zodat de aanwezigen de 'tijdsbeleving' van het kunstwerk slechts ten dele konden ervaren.

De Nieuwjaarsbijeenkomst bood tevens de gelegenheid om het boek *Kernenergie, Hoe zit dat?* van de hand van Ir. Frits Robert Bogstra te presenteren. Bij de presentatie werd het woord gevoerd door prof. (em) dr.ir. Hugo van Dam. Hij memoreerde dat het meer dan 30 jaar geleden is dat enkele nederlandstalige boeken over kernenergie verschenen. Een nieuwe uitgave, op basis van huidige inzichten en stand der techniek, was dus zeer gewenst.

Het boek is een aanrader voor hen die meer willen weten over het onderwerp. Het behandelt op uitstekende en heldere wijze alle aspecten van kernenergie. Van de winning van uranium tot en met het opbergen van het afval, van de atoombom tot de inherent veilige reactoren van de vierde generatie. Het boek is uitgegeven door Betatext, [info@betatext.nl](mailto:info@betatext.nl)

In de middag vond de formele jaarvergadering van KIVI KE/NNS plaats en was er gelegenheid voor een rondleiding door het HABOG. **K**

*Gerrit Boersma*



## IAEA-MISSIE SLUIT PEER REVIEW VAN BELGISCHE TOEZICHTHOUDER AF



**Internationale IAEA-deskundigen hebben onlangs een twaalfdaagse IRRS-missie (Integrated Regulatory Review Service Mission) afgesloten, waarbij ze op verzoek van de Belgische regering het regelgevend kader voor de nucleaire en stralingsveiligheid in België hebben geëvalueerd. De IAEA presenteerde de eerste bevindingen; binnen drie maanden volgt het definitieve rapport.**

De missie beoordeelde de efficiëntie van de Belgische toezichthouder: het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) en Bel V in het reglementeren van het veilige gebruik van radioactieve stoffen. De eerste conclusies geven het beeld van een uitstekend functionerende toezichthouder. Zo is de bescherming van de bevolking en het leefmilieu tegen de ioniserende straling opgenomen in het Belgisch wetgevend systeem en neemt de toezichthouder actief deel aan het Global Safety Regime, een kader bedoeld om te komen tot een wereldwijde implementatie van een hoog veiligheidsniveau in nucleaire installaties. Maar geen peer review zonder aanbevelingen: Op regeringsniveau moet een duidelijke scheiding worden aangebracht tussen de autoriteit die de veiligheid reguleert en de instantie die verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van het nucleaire energiebeleid. Ook verdere aanbevelingen en suggesties aan het FANC en aan de regering zijn gegeven om de doeltreffendheid van het Belgisch regelgevend

kader en de werking te helpen versterken, een en ander in overeenstemming met de IAEA-Safety Standards. "De Belgische regelgevende overheid houdt toezicht op een heel scala aan activiteiten en het regelgevend

kader voor deze activiteiten is complex. We hebben toegewijde, professionele en ervaren personeelsleden gezien, die de juiste focus hebben op veiligheid bij de implementatie van hun regelgevende taken op het ruime scala

### **BELGISCHE KERNCENTRALES EN ONDERZOEKSREACTOREN**

België heeft zeven actieve kernreactoren op twee sites en een grote verscheidenheid aan nucleaire installaties en gebruikers van radioactieve bronnen, met inbegrip van onderzoeksreactoren, de behandeling van radioactief afval, en de medische en industriële bronnen en gebruikers. Onder de regelgevende bevoegdheid van het FANC en Bel V vallen de kerncentrales, onderzoeksreactoren, inrichtingen betrokken bij de splijtstofcyclus, opslag- en bergingsinstallaties voor radioactief afval, het beheer en de ontmanteling van radioactief afval, beroepsgerelateerde stralingsbescherming, blootstelling van de bevolking en het leefmilieu, noodplanning en respons, en transport van radioactieve materialen.

aan inrichtingen en activiteiten in België”, aldus Colin Patchett, team leader van de IRRS-missie en directeur van het Office for Nuclear Regulation - IRRS Missions in het Verenigd Koninkrijk. Jan Bens, directeur-generaal van het FANC, zei dat de aanbevelingen en de suggesties van het team de Belgische toezichthouder zullen helpen om de missie van bescherming van de bevolking en het leefmilieu tegen de schadelijke gevolgen van de ioniserende straling nog beter uit te voeren. De regelgevende overheid zal de bevindingen van het IRRS-team ook gebruiken als leidraad om te garanderen dat het over de nodige bekwaamheid en competenties beschikt op het gebied van ontmanteling. Het uiteindelijke verslag zal over ongeveer drie maanden aan de Belgische regering worden overhandigd. Het FANC heeft het team ervan op de hoogte gesteld dat het verslag openbaar gemaakt zal worden en dat het een follow-up-missie zal vragen. In het 26-koppige review-team zaten deskundigen uit Brazilië, Canada, Finland, Frankrijk, Griekenland, Hongarije, Ierland, Nederland, Zuid-Afrika, Spanje, Zwitserland, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten, evenals zes IAEA-stafleden en observatoren van de Pakistaanse toezichthouder en de Europese Commissie. De missie vond plaats op uitnodiging van de Belgische regering en omvatte tevens bezoeken aan de sites - om de inspecties te observeren - en een noodplanoefening, alsook interviews en besprekingen met het personeel van het FANC en Bel V en andere organisaties.

De belangrijkste bemerkingen van het IRRS Review Team:

- De bescherming van de bevolking en het leefmilieu tegen de ioniserende straling is opgenomen in het Belgisch wetgevend systeem;
- Het FANC en Bel V implementeren samen de functies van de regelgevende overheid in België;
- Uit de interacties van het team kon worden opgemaakt dat het personeel van de

## OVER DE IRRS-MISSIES

De IRRS-missies evalueren een breed spectrum van het nucleair wettelijk en regelgevend kader, wat resulteert in aanbevelingen die erop gericht zijn om de overeenstemming met de IAEA Safety Standards te verbeteren en suggesties om het regelgevend kader mogelijk verder te versterken. Dit gebeurt door het bestuderen van zowel technische als beleidskwesties, inclusief vergelijking met de IAEA Safety Standards en, indien van toepassing, met goede praktijken elders. IRRS-missies zijn bedoeld om de doeltreffendheid van de nationale regelgevende infrastructuur van de staten te versterken en te verbeteren, daarbij erkennend dat elke staat zelf de uiteindelijke verantwoordelijkheid draagt om de veiligheid op dit gebied te garanderen. De IAEA moedigt landen die initiële IRRS-missies hebben binnengehaald aan om ook follow-up missies uit te nodigen, ongeveer twee tot vier jaar na de initiële missies. De missie in België was de vijftigste IRRS-missie uitgevoerd sinds de start van het IRRS-programma in 2006.

Meer informatie over de IRRS-missies is beschikbaar op de IAEA Website.

toezichthouder toegewijd is aan zijn taak om de nucleaire en stralingsveiligheid in België te garanderen;

- De regelgevende overheid neemt actief deel aan het Global Safety Regime, een kader bedoeld om te komen tot een wereldwijde implementatie van een hoog veiligheidsniveau in nucleaire installaties;
- De missie vond dat de Belgische regelgevende overheid tijdig en doeltreffend heeft gereageerd op het ongeval in maart 2011 in de kerncentrale van TEPCO Fukushima Dai-ichi. De daaropvolgende stresstest werd uitgebreid, zodat niet alleen de kerncentrales werden bekeken, maar tevens de andere relevante inrichtingen.

De goede praktijken geïdentificeerd door het IRRS-team:

- Het initiatief van de toezichthouder om de foutindicaties te onderzoeken in de reactordrukvat van Doel 3 en Tihange 2 voorzag in een grondig technisch onderzoek en was significant op het vlak van internationale samenwerking;
- Het vervoer van radioactieve stoffen is goed gereguleerd;
- Het FANC is proactief in het aangaan van de dialoog met de betrokken partijen om

de optimalisatie en de stralingsbescherming in de medische sector te bevorderen; en

- De regelgevende overheid zorgt ervoor dat de informatie m.b.t. de veiligheidscultuur tijdens de inspecties wordt vastgelegd en geanalyseerd.

De missie identificeerde punten die aandacht of verbeteringen vereisen, waaronder de volgende:

- Er zou een nationaal beleid en strategie voor nucleaire en stralingsveiligheid moeten worden ontwikkeld, met inbegrip van het beheer van radioactief afval en gebruikte kernbrandstof;
- Er zou een systematische revisie moeten worden ontwikkeld en uitgevoerd van het vermogen van de Belgische regelgevende overheid om haar verantwoordelijkheden doeltreffend te vervullen;
- Het Belgisch wetgevend en regelgevend proces voor het ontwikkelen en herzien van reglementeringen en richtlijnen zou moeten worden geactualiseerd; en
- Op regeringsniveau moet een duidelijke scheiding worden aangebracht tussen de autoriteit die de veiligheid reguleert en de instantie die verantwoordelijk is voor de ontwikkeling van het nucleaire energiebeleid. **K**





## K MIDDAGSYMPOSIUM NUCLEAR SECURITY SUMMIT 2014

Op 24 en 25 maart vindt de Nuclear Security Summit 2014 (NSS) plaats in Den Haag. De NSS is een internationale top (Obama, Merkel), met als doel nucleair terrorisme wereldwijd te voorkomen. Nederland is verantwoordelijk voor de organisatie van deze summit.

Er zijn drie side-events aan deze top verbonden: de Nuclear Industrial Summit (NIS), de Nuclear Knowledge Summit (NKS) en de @tomic 2014 International tabletop Exercise. In Kernvisie van december 2013 is daar uitgebreid over bericht, net als elders in de pers. De toppen zijn gebeurtenissen op wereldniveau. Het is een grote eer voor Nederland om deze toppen te mogen organiseren en huisvesten.

KIVI Kerntechniek/NNS organiseert op 11 april een middagsymposium waarbij teruggeblikt wordt op de nucleaire topconferenties. Het symposium is toegankelijk voor leden/begunstigers van KIVI kerntechniek, NNS, DutchYoung Generation en Kernvisie.

Het symposium wordt gehouden bij KIVI, Prinsessegracht 23 te Den Haag.

Aanmelden graag uiterlijk 28 februari 2014 via de website van het KIVI: [www.kivi.nl](http://www.kivi.nl) (klik op activiteiten)

Begunstigers van Kernvisie kunnen zich ook aanmelden per mail: [kernvisie@kernvisie.com](mailto:kernvisie@kernvisie.com)

### PROGRAMMA

**13:00 WELKOMSTWOORD**, Dagvoorzitter

**13:10 @TOMIC 2014**, Mr. Rob Duiven, Plv. directeur Weerbaarheidsverhoging, Nationaal Coördinator Terrorismebestrijding en Veiligheid

**13:50 NUCLEAR KNOWLEDGE SUMMIT 2014**, Ambassadeur Paul Wilke, Senior research fellow bij Clingendael, Projectleider van de Nuclear Knowledge Summit

**14:30 NUCLEAR INDUSTRY SUMMIT 2014**, Ir. Anno Keizer, Head of Group Security Urenco Ltd, Chairperson Organising Committee NIS 2014

**15:10 PAUZE**

**15:25 NUCLEAR SECURITY SUMMIT 2014**, Drs. Han-Maurits Schaaqveld, Projectdirecteur NSS 2014 Ministerie van Buitenlandse Zaken

**16:05 WAT STAAT NEDERLAND TE DOEN NA DE NUCLEAR SECURITY SUMMIT 2014?**, Drs. Marco Schraver, Beleidscoördinator Security Nucleair Programmadirectie Nucleaire Installaties en Veiligheid Ministerie van Economische Zaken Lid NSS-team Buitenlandse Zaken Lid Advisory Committee Nuclear Industry Summit

**16:45 AFSLUITING BORREL**