

KERNVISIE **MAGAZINE**

➤ **MICROSFEREN MET
HOLMIUM VOOR
BEHANDELING VAN
LEVERKANKER**

➤ **VIJFTIG JAAR
IAEA-LABORATORIA
IN SEIBERSDORF**

➤ **SAMENWERKING NRG
EN ARGONNE NATIONAL
LABORATORY**

➤ **TSJECHIË VOORTVAREND
OP WEG NAAR NIEUW-
BOUW KERNCENTRALES**

JACQUES DE JONG

**VERDEELDHEID
EU-LIDSTATEN
DWARSBLOOMT
GEMEENSCHAPPELIJK
ENERGIEBELEID**

COLOFON

KernVisie magazine is een uitgave van:



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

JAARGANG 8, NUMMER 1, FEBRUARI 2013
KERNVISIE VERSCHIJNT TWEEMAANDELIJKS
OPLAGE 2200 EX

ONTWERP & GRAFISCHE REALISATIE

DeOntwerpStek.nl, Den Helder

BESTUUR STICHTING KERNVISIE

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

REDACTIE KERNVISIE

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

REDACTIE ADRES

Notarisappel 37, 6662 JN Elst
Telefoon: 0481-841156
E-mail: kernvisie@kernvisie.com
Internet: www.kernvisie.com
Bankrekening 6851370, t.n.v. Kernvisie,
Foundation for Nuclear Energy te Zwijndrecht.

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.



Dat nucleaire techniek meer is dan alleen kernenergie weten we als kernfysici en -technici maar al te goed. Wel zijn we ons ervan bewust dat we onze blik moeten verruimen en bruggen moeten bouwen. Zo ondernemen we als Stichting Kernvisie elk jaar een excursie. In juni bezoeken we de Konrad-mijn (D) waar radioactief afval wordt opgeslagen. Ook de KIVI-NIRIA afdeling Kerntechniek kijkt buiten haar vakgebied. Als voorzitter heeft Ronald Schram zich de afgelopen 7 jaar dan ook actief ingezet om 'naar buiten te gaan'. Zijn opvolger Jan Leen Kloosterman gaat nu deze lijn voortzetten. In deze Kernvisie Magazine laten we verder zien hoe breed kerntechniek wordt ingezet. Een voorbeeld hiervan is de samenwerking tussen het UMC en de TU Delft, die heeft geleid tot een nieuwe vorm van therapie waarbij microbolletjes met radioactief holmium levertumoren bestrijden. Binnen de EU zou samenwerken vanzelfsprekend moeten zijn. Maar Jacques de Jong, senior fellow bij Clingendael vertelt in deze uitgave over het gebrek aan daadkracht om tot een duidelijk beleid te komen. Het is de verdeeldheid van de lidstaten die gemeenschappelijk streven naar een stabiele energietoekomst en het terugdringen van CO₂-emissies in de weg staat. Gelukkig zijn er ook positieve geluiden. De IAEA-laboratoria vieren dit jaar hun 50-jarige bestaan. Dankzij de laboratoria komt runderpest niet meer voor, beschikken Vietnamese boeren over zouttolerante rijst en is de landbouwopbrengst in droge gebieden van Afrika enorm toegenomen. Dat is nog eens een goed begin van het jaar!

André Versteegh
voorzitter Stichting Kernvisie

X INHOUD

ENERGIE

VERDEELDHEID EU-LIDSTATEN DWARSBOOMT GEMEENSCHAPPELIJK ENERGIEBELEID

Terwijl Rusland en landen in Zuidoost-Azië flink doorpakken op nucleair gebied, lijkt Europa te versnipperd om daadkrachtig nucleair beleid te ontwikkelen. Dat zou met het oog op een beoogde reductie van CO₂-emissie op termijn echter wel noodzakelijk zijn. Jacques de Jong, senior fellow bij Clingendael vertelt over het gebrek aan daadkracht van Europa.

P04

P06 MAATSCHAPPIJ

Jan Leen Kloosterman, nieuwe voorzitter KIVI NIRIA-kerntechniek

P12 INBEELD

Groot onderhoud aan de Paluel-kerncentrale in Noord-Frankrijk

P14 ENERGIE

Finland bouwt door

P16 V&A

Lezersvragen worden beantwoord door deskundigen

P17 COLUMN

Door Alik van Heek

P23 ENERGIE

AREVA hervat mijnbouw en uraniumertsverwerking.

GEZONDHEID

MICROSFEREN MET HOLMIUM VOOR BEHANDELING VAN LEVERKANKER

Het Universitair Medisch Centrum (UMC) Utrecht heeft de eerste fase afgerond van een innovatieve behandeling van leverkanker met microsferen waarin geactiveerd holmium-166 is opgenomen.



P08

MAATSCHAPPIJ

VIJFTIG JAAR IAEA-LABORATORIA IN SEIBERSDORF

De IAEA-laboratoria in het Oostenrijkse Seibersdorf vieren dit jaar hun 50-jarige bestaan. Dankzij de laboratoria komt runderpest niet meer voor, beschikken Vietnamese boeren over zouttolerante rijst en is de landbouwopbrengst in droge gebieden van Afrika enorm toegenomen. De komende vijf jaar wil de IAEA een complete modernisatie van de laboratoria om de lidstaten nog beter van dienst te kunnen zijn.

P18



X P22 ENERGIE

DE OVERHEID VAN TSJECHIË IS AKKOORD GEGAAN OM TWEE NIEUWE REACTOREN TE BOUWEN.

Er loopt nu een aanbesteding waarbij een keuze gemaakt moet worden uit een MIR 1200 (Skoda, Atomstryexport, Hidropress) en een AP1000 (Westinghouse). De EPR (AREVA) wordt daar mogelijk nog aan toegevoegd.



JACQUES DE JONG

VERDEELDHEID EU-LIDSTATEN DWARST GEMEENSCHAPPELIJK ENERGIEBELEID

Terwijl Rusland en landen in Zuidoost-Azië flink doorpakken op nucleair gebied, lijkt Europa te versnipperd om daadkrachtig nucleair beleid te ontwikkelen. Dat zou met het oog op een beoogde reductie van CO₂-emissie op termijn echter wel noodzakelijk zijn. Met een lage kolenprijs, goedkope CO₂-rechten en hoge gasprijzen gaat het in ieder geval niet lukken. Volgens Jacques de Jong, senior fellow Clingendael International Energy Programme is het tij moeilijk te keren.

Landen als Rusland, China en India zetten vol in op de ontwikkeling van nucleaire technologie. Rusland neemt zelfs een heel bijzondere positie in als land met een complete fuel cycle. Geen land ter wereld bezit zoveel nucleaire kennis als Rusland. Maar ook in China is nucleair 'hot'. Collegen met tweeduizend studenten nucleaire technologie zijn geen uitzondering. Of het nu gaat om de bouw van nieuwe kernreactoren of het ontwikkelen van innovatieve technieken, als Europa niet snel aanhaakt, raken we onze positie als kennisregio kwijt. Dat zal op termijn niet alleen gevolgen hebben voor de mix in de energievoorziening en het beoogde terugdringen van CO₂-emissies, maar ook voor de rol als gezaghebbende mondiale toezichthouder waar het gaat om safety en security.

DE PARADOX VAN LISSABON

Hoe kan het nu dat we in Europa niet in staat lijken om op zijn minst mee te liften met de ontwikkeling. Jacques de Jong: "We hebben de kennis, dat is niet het probleem. Maar als we wat zouden willen doen, moeten we wel snel doorpakken." Dat dit nog niet is gebeurd, wijst De Jong aan de paradox die als het ware in het verdrag van Lissabon is besloten. Dat verdrag erkent dat het energiebeleid een gezamenlijke competentie is van de Unie en de nationale lidstaten. "Er zijn evenwel twee uitzonderingen, te weten het beheer

van de eigen grondstoffen en de nationale brandstofmix. Die zijn beide uitsluitend een nationale competentie. Nederland kan dus zelf het beleid vaststellen waar het gaat om de brandstofmix." De Jong noemt het "curieus" en een "politiek juridische spagaat" dat we een interne markt hebben voor elektriciteit, olie en kolen en heel expliciet een Europees beleid voor de ontwikkeling van renewables, maar dat kernenergie de enige brandstofoptie is waarvoor dat kennelijk niet geldt. En dat ondanks het Euratom-verdrag. "De lidstaten willen niet dat

Brussel zich met kernenergie gaat bemoeien. De Fransen willen dat niet omdat ze vrezen dat landen die tegen kernenergie zijn belemmeringen gaan opleggen. Anderzijds willen landen die tegen zijn, voorkomen dat Brussel wellicht kernenergie in die landen zou willen stimuleren." De Jong ziet wel dat Europa voorzichtige stappen heeft gezet om kernenergie op de agenda te krijgen. Zo is er een Bratislava/Praag-forum voor kernenergie, waaraan allerlei stakeholders en beleidsmakers deelnemen. Die fora zijn er ook voor gas (Madrid), elektriciteit (Florence), fossiele brandstoffen (Berlijn) en renewables (Boekarest). De Jong: "Opvallend is wel dat alleen bij het forum voor kernenergie Barosso aanwezig was." Op het gebied van nucleaire veiligheid bleek ook overleg en afstemming mogelijk die tot een soort van harmonisatie heeft geleid gebaseerd op de vrijwillige afspraken die in de context van het Weense atoomagentschap IAEA zijn gemaakt. En recent is te wijzen op de stress-tests die na Fukushima op alle kerncentrales in de EU zijn toegepast. "Er wordt dus heel voorzichtig een en ander gedaan. Maar om te kijken wat de rol van kernenergie zou kunnen zijn in de Europese energiemix onderweg naar 2050: 'no way'. Men schiet onmiddellijk in de kramp en dat maakt het lastig om er een consistente en coherentie visie over te ontwikkelen", aldus De Jong.

GEBREK AAN VISIE

De Jong is pessimistisch waar het gaat om het uitstippelen van een dergelijk gemeenschappelijk beleid. Versnippering en tegengestelde belangen staan een gemeenschappelijke visie en ontwikkeling in de weg. "Kijk maar eens naar Duitsland. Wat daar is besloten met de Energiewende ligt er natuurlijk niet om. Frankrijk daarentegen gaat samen met de Finnen wel verder met de ontwikkeling. Spannend is nu wat er in het Verenigd Koninkrijk gaat gebeuren. Maar ook in Polen, Tsjechië en Hongarije zijn duidelijke plannen in de richting van nucleaire ontwikkeling. Aan de andere kant heb je de landen in Zuidoost-Azië die wel een hele

duidelijke visie hebben." De Jong ziet wel dat het vooral de financiële crisis en het ongeluk bij Fukushima zijn die ervoor hebben gezorgd dat de ontwikkeling in Europa tot stilstand is gebracht.

GOEDKOPE STEENKOOL EN DUUR GAS

"Nederland is een kleine speler. Wij hebben in Nederland helemaal geen kern- of kolencentrale nodig. Maar de vraag is niet wat wij nodig hebben, maar wat Noordwest-Europa nodig heeft", licht De Jong toe. Investeerders die erin zijn geïnteresseerd de vestigingsplaatsen in Nederland uit te baten, zijn volgens hem welkom. Het gaat daarbij om de grote jongens als RWE, E.ON en GDF Suez. "Maar conventioneel bijbouwen van gas-, kolen- of kerncentrales is op dit moment geen issue. Renewables nemen wel enorm toe. De opgave is nu om te bekijken hoe je een mix met 20, 30, 40 of 45 procent renewables kan accommoderen in je totale plaatje." Noodzakelijk zijn daarbij altijd systemen om energietekorten aan te vullen of -overschotten op te vangen. "We hebben een paar mooie gascentrales, maar die staan op dit moment stil omdat ze niet rendabel zijn." Door de lage prijzen van CO₂-rechten, de lage prijs van kolen en door de aan de olieprijs gerelateerde hoge prijs van gas. De Jong: "Dus laten we kolencentrales draaien. Kolen zijn zo goedkoop omdat de Amerikaanse kolenprijs is gedaald, doordat in de VS grootschalig is overgegaan op het veel goedkopere schaliegas. De gasprijzen in de VS zijn op dit moment dramatisch laag. De Amerikaanse kolen vinden voor een deel hun weg naar Europa voor lage prijzen." Vattenfall en GDF Suez klagen volgens hem steen en been over de lage rendementen op hun gascentrales en sluiten zelfs eenheden. Toch zijn het juist gascentrales die ideaal zijn in te zetten om het wisselende aanbod van stroom uit wind en zon op te vangen. Er vindt daarom nu discussie plaats of je geen vergoeding zou moeten geven voor opgesteld (gas)vermogen, omdat er geen bedrijf is dat durft te investeren in centrales die relatief makkelijk aan- en uit

te zetten zijn. Wordt dat nationaal geregeld, dan ontstaat er een onoverzichtelijke situatie. Brussel doet dan ook volgens De Jong pogingen om elkaar niet in de weg te zitten.

GEEN BASIS VOOR ROADMAP 2050 ZONDER DUIDELIJKHEID ENERGIEMIX

Binnen Europa zijn zeven energiescenario's tot 2050 ontwikkeld, waarin ook een rol voor nucleaire energie is weggelegd. Nucleaire energie is op dit moment verantwoordelijk voor dertig procent van de basislast elektriciteitsvoorziening. De rol van elektriciteit als energiebron groeit van twintig procent aandeel in de huidige totale energievraag tot bijna veertig procent in 2050. Europa staat dus voor grote uitdagingen om tot een duurzaam energiebeleid te komen waarin de uitstoot van CO₂ 80 tot 95 procent is gereduceerd in 2050. Willen we aan de doelstellingen van de energiescenario's voldoen, dan is duidelijkheid over de energiemix binnen Europa noodzakelijk. De Jong: "Ik zie het er niet van komen dat Brussel die duidelijkheid verschaft. De hele roadmap 2050 is nergens op gebaseerd als er geen onderliggend document is, waaruit blijkt hoe de energiemix eruit ziet. Dat is de discussie die we nu gaan krijgen." Van belang is verder dat er steeds meer vraagtekens worden gezet bij het Europese klimaatbeleid. Vraagtekens met betrekking tot de kosten in relatie tot de baten. De Jong: "En dat te meer daar het EU-beleid internationaal onvoldoende navolging lijkt te krijgen." Tot dusver neemt Brussel voorzichtige stappen, maar de huidige Europese Commissie wier mandaat in 2014 afloopt, zal niets ondernemen en het is maar de vraag of een volgende Commissie het wel aandurft. **K**

Menno Jelgersma

KERNENERGIE
een internationale
beleids-
verkenning





JAN LEEN KLOOSTERMAN NIEUWE VOORZITTER NNS /KIVI-NIRIA KERNTECHNIEK

Met ingang van het nieuwe jaar is Jan Leen Kloosterman, universitair hoofddocent reactorfysica TU Delft, de nieuwe voorzitter van de Netherlands Nuclear Society (NNS) en KIVI-NIRIA afdeling Kerntechniek. Hij neemt het stokje over van NRG business director Irradiation & Development Ronald Schram, die de functie twee termijnen van drie jaar met een uitloop van jaar bekleedde. Kloosterman zet de koers voort die Schram heeft ingezet met een rol als voorzitter die, gesteund door het bestuur, sterk naar buiten gericht zal zijn.

Schram heeft de afgelopen zeven jaar als voorzitter een bijzondere tijd doorgemaakt. Zelf ziet hij het vooral als een bijzondere en plezierige tijd. Schram: "Je werkt als voorzitter niet alleen, maar wordt gesteund door het bestuur. Tezamen stel je de koers vast, de thema's worden bepaald en je maakt de jaarprogramma's. Het is leuk en fascinerend werk." Maar Schram benadrukt vooral dat NNS/KIVI-NIRIA een podium voor de leden moet zijn. Daarnaast is er de laatste jaren veel te doen geweest rond de rol en verdeling van functies van de verschillende organisatie binnen 'nucleair' zoals: Nucleair Nederland, de Stichting Kernvisie, de NNS en KIVI-NIRIA kerntechniek. Schram: "De discussie hierover verloopt voor mijn gevoel te langzaam." Wat Schram betreft hadden er grotere stappen gemaakt mogen worden, was er over functie en verdeling meer helderheid gekomen en onder de noemer van Nucleair Nederland meer eenheid bereikt. Schram: "Als je Nucleair Nederland, zoals het nu functioneert, vergelijkt met een bedrijf, is de afdeling verkoop niet op de hoogte van hetgeen in de fabriek wordt geproduceerd." Overigens stelt Schram dat de oplossing hiervoor geen taak is van de voorzitter van NNS/KIVI-NIRIA. "Maar wij zouden wel bereid moeten zijn enige onafhankelijkheid ten behoeve van betere samenwerking in te leveren", aldus Schram.

Wat Schram in de afgelopen jaren vooral is bijgebleven is het plezier in het werk. De nadruk lag op het naar 'buiten' treden. Kerntechniek is meer dan kernenergie: "Er is meer aandacht gekomen voor de hele keten met bezoeken aan onder meer de COVRA en de cyclotron in Amsterdam." Met de wisseling van de voorzitter wordt de aandacht voor 'buiten' doorgezet. Ook Kloosterman zoekt het contact en is zich als geen ander bewust van de gevoeligheden rond nucleair en hoe de publieke opinie kan veranderen. Kloosterman: "Schram heeft tijdens zijn voorzitterschap het optimisme ten aanzien van kernenergie zien groeien met onder meer de aanvraag voor een tweede

kerncentrale bij Borssele. Maar hij zag ook de gevolgen op de publieke opinie na het ongeluk bij Fukushima en de financiële crisis die voor uitstel van initiële projecten zorgde." Wat de impact van Fukushima op de lange termijn betekent, is nog niet duidelijk. Wel is duidelijk dat techniek an sich niet voldoende is om draagvlak te creëren. Techniek is de noodzakelijke randvoorwaarde om nucleair te 'doen'.

Kloosterman: "We hebben dan ook het plan om met onze afdeling KIVH-NIRIA kerntechniek fors in te zetten op het organiseren van drie tot vier symposia per jaar." Wat Kloosterman daarbij wil benadrukken is, dat hij voor de komende periode een vooruitziende en

positieve blik wil hebben en dat nucleair niet ophoudt of strandt door de focus op Fukushima te houden. "We hebben alleen al in Nederland heel veel op nucleair gebied wat de aandacht en bezichtiging waard zijn", Aldus Kloosterman. Hij denkt daarbij aan URENCO Nederland dat veel werk verricht op het gebied van stabiele isotopen. "We gaan in april naar Almelo voor ons eerste symposium." Daarnaast doet NRG heel veel aan de ontwikkeling van PALLAS, de productiereactor voor medische isotopen. Kloosterman: "Wij in Delft hebben het project OYSTER, de upgrade van de HOR en bijbehorende experimenten waardoor we veel nieuw onderzoek aan gezondheid en energie kunnen doen." Verder gaat de

kerncentrale Borssele MOX-splijstof gebruiken en draagt daarmee bij aan de recycling van plutonium. Daarnaast lopen er in Borssele diverse projecten die een bijdrage leveren aan de garantiestelling van de bedrijfsduurverlenging van de kerncentrale. En ook op de vijfde locatie is sprake van activiteit met de voorbereidingen op de uitbreiding van de HABOG. Kloosterman: "Resumerend kun je zeggen dat in Nederland hele mooie dingen gebeuren. Mijn missie voor de komende jaren is dan ook om dat te laten zien aan de leden van NNS en KIVH-NIRIA kerntechniek. En dat ga ik met heel veel enthousiasme doen." **K**

Menno Jelgersma



© NRG - Ronald Schram

Met het ISO-IEC 17025-certificaat laat NRG zien dat de inspectiemethoden leiden tot betrouwbare en vergelijkbare resultaten. Hans-Peter Vierstraete, NRG In-Service Inspections: "Wij zijn enorm blij met deze her-accreditatie. Het is voor ons een internationaal erkend bewijs om inspecties uit te mogen voeren. Onze klanten kunnen rekenen op betrouwbare inspectiegegevens waarmee zij de conditie van hun installatie kunnen vaststellen, wat belangrijk is voor een veilige bedrijfsvoering." De door NRG ontvangen accreditatie heeft onder andere betrekking op geautomatiseerd ultrasoon onderzoek, visueel- en wervelstroomonderzoek. Omdat de inspecties plaatsvinden in nucleaire faciliteiten, is het vanwege de stralingsbelasting (en vaak geringe ruimte) niet altijd mogelijk om ter plaatse een inspectie uit te voeren. Daarom ontwikkelt NRG manipulatoren om dit te kunnen doen. Voorbeelden waar inspecties aan worden uitgevoerd zijn: reactorvaten, stoomgeneratoren, hoofd koelmiddelpomp en

ACCREDITATIE VOOR INSPECTIE- TEAM VAN NRG

Op 7 januari ontving het In-Service Inspections team van NRG een ISO/IEC 17025-certificaat uit handen van de Raad voor Accreditatie. Deze kwaliteit- en integriteitsaccreditatie is de belangrijkste ISO-standaard voor inspectielaboratoria. Laboratoria die zijn erkend volgens deze internationale standaard hebben aangetoond, dat zij technisch bevoegd en in staat zijn om precieze en accurate test- en/of kalibratiegegevens te produceren.

leidingen met lasnaden. Tijdens de inspecties verzamelt, evalueert en rapporteert het team alle gegevens conform de gestelde richtlijnen. Het NRG In-Service Inspections team heeft veertig jaar ervaring met het uitvoeren van inspecties aan het primaire systeem van kernreactoren. NRG heeft dan ook een uitstekende reputatie bij zowel centrales als toezichhouders. Halverwege 2012 is NRG gestart met de voorbereiding voor de nieuwe accreditatie. Op 7 januari vond de officiële uitreiking van het certificaat plaats door de Raad voor Accreditatie in Arnhem. **K**



➤ MICROSFEREN MET HOLMIUM VOOR BEHANDELING VAN LEVERKANKER



Bij het Universitair Medisch Centrum (UMC) Utrecht is de eerste fase afgerond van een innovatieve behandeling van leverkanker met microsferen waarin geactiveerd holmium-166 is opgenomen. Het bestralen van de microsferen vindt plaats bij het Reactor Instituut Delft (RID). De therapie die een vorm is van radio-embolisatie is erop gericht de tumoren van binnenuit te bestrijden. Ging het in fase I om een dosisescalatiestudie, in de tweede fase wordt specifiek gekeken naar de effectiviteit van de therapie.

De ontwikkeling van nieuwe therapieën is een langdurig proces. Zo kwamen 23 jaar geleden oncoloog dr. Bernard Zonnenberg en radiochemicus Fred van het Schip bij dr. Frank Nijsen, hoofdonderzoeker bij het UMC terecht met de vraag of het mogelijk was een nieuwe vorm van brachytherapie te ontwikkelen. Het ging er daarbij om patiënten met leverkanker een betere behandeling te kunnen bieden dan de pijnbestrijding die destijds als enige optie voorhanden was. Nijsen: "Er waren toen wel al wat publicaties beschikbaar over experimenten met dieren van onderzoeksgroepen die microsferen hadden gemaakt met holmium-166 en yttrium-90; maar het was nog allemaal heel fundamenteel. Het was belangrijk om eerst de productie van dergelijke microsferen mogelijk te maken." Toen dat was gelukt en getest in dierstudies, kon worden gekeken naar de toepassing ervan in patiënten. Voor het activeren van het holmium werd contact opgenomen met de TU Delft.

NA DE DOSISESCALATIESTUDIE VOLGT HET ONDERZOEK NAAR DE EFFECTIVITEIT

"Ongeveer vijf jaar geleden benaderde het UMC de groep Radio Isotopes and Health van de TU Delft met de vraag of wij voor hen microbolletjes waarin holmium is opgenomen, konden activeren in onze reactor", aldus dr. Menno Blaauw, hoofd



➤ Frank Nijsen



➤ Menno Blaauw

dienst facility and services TU Delft, De bolletjes van een polymeer van melkzuur met daarin holmium opgenomen, worden vroeg in de ochtend maximaal zes uur in de

Hoger Onderzoeks Reactor (HOR) bestraald. Een koerier vervoert de bolletjes vervolgens naar het UMC. Nu de productie was zekergesteld en de kwaliteit gegarandeerd, kon het UMC de volgende fase in. Nijsen: "We zijn begonnen met proeven bij ratten en vervolgens met het inspuiten in de leverslagader bij konijnen. We konden toen al goed zien dat tumoren stopten met groeien na behandeling. Aansluitend hebben we gezonde varkens genomen om te bekijken wat de toxiciteit van de therapie tot gevolg had, door de activiteit te verhogen en het effect daarvan op het welbevinden van de varkens te bestuderen." Na de uitvoerige dierproeven kon het patiëntenonderzoek starten. Inmiddels heeft het UMC de Fase I Patiëntenstudie afgerond, waaraan vijftien patiënten deelnamen. Nijsen: "Dit was een dosisescalatiestudie, waarin we de dosis steeds verhoogden om te zien wanneer patiënten eventuele bijwerkingen ondervonden." De proef bestond uit vier dosiscohorten met oplopende stralingsdoses. Op basis van de resultaten werd de derde dosiscohort gekozen als uitgangspunt voor verdere studie in fase II naar de effectiviteit van de therapie.

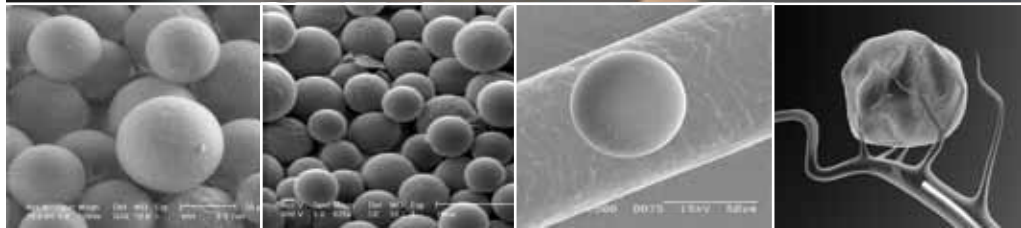
De ethische commissie van het UMC Utrecht heeft inmiddels toestemming gegeven voor deze volgende fase, waarin nog 30 tot 48 patiënten met levertumoren behandeld gaan worden. Het gaat bij de behandeling om mensen die een levensverwachting van ongeveer zes maanden hebben. Het betreft levertumoren die metastasen zijn van bijvoorbeeld darmkanker of borstkanker. De gemiddelde levensverwachting na behandeling wordt met nog eens zes maanden tot anderhalf jaar kwalitatief verlengd (op basis van de literatuur die over radio-embolisatie bekend is).

HOLMIUM-166, EEN BËTA- EN GAMMA-EMITTER

Zoals de term radio-embolisatie al aangeeft, gaat het hierbij om het opzettelijk vast laten lopen van de microsferen rond de levertumoren. De bolletjes of microsferen ➤

hebben een doorsnede van 30 micrometer. Dat betekent dat er zo'n 300 bolletjes op rij in een strekkende millimeter passen. Door de geringe afmeting 'lopen' ze, na katheterisatie in de leverslagader vast in de haarvaten, waarna het tumorweefsel een dosis bètastraling krijgt van meer dan 100 Gy en dat niet overleeft. De behandeling verloopt in twee stappen. Nijsen: "Een patiënt krijgt eerst een lage dosis, ofwel scoutdosis toegediend. Op een SPECT-scan is te zien of de bolletjes op de gewenste locatie terecht komen. Aansluitend volgt de therapeutische dosis."

Naast de microsferen met holmium zijn sinds 2001 ook microsferen met yttrium op de markt. De keuze voor holmium boven yttrium is echter bewust genomen. Blaauw: "Yttrium is een bèta-emitter. Maar het grote voordeel van holmium is, dat het naast bètastraling ook laag energetische gamma's (81 keV) uitzendt, die een verwaarloosbare bijdrage aan de doses van de patiënt opleveren. Door die gamma's is het isotoop op een SPECT/CT heel goed te zien, maar ook op een MRI." Yttrium is niet goed zichtbaar omdat het geen gamma's uitzendt en ook slecht waarneembaar is op een MRI, dus je weet eigenlijk niet of de bolletjes op de plek zitten waar je ze wil hebben of dat de microsferen misschien zelfs op een totaal verkeerde plek terecht zijn gekomen. Nijsen: "Met holmium kan je de patiënt dezelfde dag al vertellen of de therapie technisch gezien juist is uitgevoerd. We kunnen dus ook zien of er tumoren zijn die we gemist hebben die ook behandeling behoeven en dat is precies wat we in de toekomst willen gaan doen." Bij yttrium gaat een patiënt na drie maanden onder de CT-scan om te zien wat de toestand van de tumor is. Nijsen: "Als er een groeiende tumor is te zien weet je niet of het yttrium niet heeft gewerkt of dat er een nieuwe tumor is gevormd." Daarbij komt dat holmium een halveringstijd heeft van 27 uur en Yttrium van 64 uur, dus een patiënt is veel sneller van zijn 'bestraling' af. Wanneer het holmium is vervallen tot erbium bindt het zich aan het lactaat van het bolletje en blijft



Frank Nijsen en de overige medische foto's © - UMC

als inert onoplosbaar deel ingekapseld in de lever aanwezig. Hoewel het bij elkaar om ongeveer 30 miljoen bolletjes gaat, bedraagt het gewicht van het materiaal 600 milligram en dat is gering ten opzichte van een lever die circa anderhalve kilo weegt.

VOLDOENDE RUIMTE IN DE HOR VOOR UITBREIDING PRODUCTIE

De productie van de microsferen vindt plaats in het UMC. Nijsen: "Je zou het kunnen vergelijken met het maken van een saladedressing met olie en azijn als basis. Je mengt het holmium en de polymeren in chloroform waarin het oplost. De chloroform (de 'olie') voeg je aan een laag water (het 'azijn') toe waarna je het hard roert en bolletjes worden gevormd. Het chloroform verdamppt aan de lucht en de bolletjes, die we microsferen noemen, worden gevormd. De radio-embolisatie met holmium leent zich het beste als aanvulling op of tezamen met andere therapieën. "De microsferen komen niet op die plekken waar geen bloedvaten zitten. Er zijn altijd wel weer onbereikbare micrometastasen die uit kunnen groeien", licht Nijsen toe.

Het UMC is nu bezig met het afronden van de tweede fase van de studie. Nijsen: "Daarnaast willen we een registratie van de holmium-microsfeer. Het bolletje wordt als een medisch hulpmiddel beschouwd waardoor we genoeg hebben aan een CE-markering." Bij devices gaat het voornamelijk om veiligheid. Uit de literatuur weet Nijsen dat microsferen effectief zijn. Ruim 1000 publicaties tonen dat aan. De toekomst ziet hij dan ook rooskleurig in: "Als we de CE-markering op zak hebben en fase II is afgerond, kunnen we de boer op. Het is immers onze bedoeling dat niet alleen patiënten in Nederland baat zullen hebben bij de radio-embolisatie met holmium microsferen, maar ook in Europa en ver daarbuiten." En al heeft de universiteit geen winstoogmerk, voor de TU Delft betekent het succes van de therapie ook extra inkomsten. Blaauw: "Wellicht kunnen we in de toekomst ook voor andere ziekenhuizen aan de slag. We hebben in ieder geval voldoende ruimte in de kern van onze reactor om de productie te verhogen." **K**

Menno Jelgersma

TU DELFT START GENTLE

Onder leiding van de TU Delft wordt in de komende jaren in een samenwerking van 11 Europese universiteiten en instituten een Europees nucleair opleidingsprogramma ontwikkeld en uitgevoerd. Voor dit programma heeft de EU 1,7 miljoen euro uitgetrokken.

De belangstelling voor kernenergie in tal van lidstaten in Europa en een toenemende belangstelling voor kernenergie in opkomende economieën creëren een groeiende vraag naar hoog opgeleide nucleaire ingenieurs en wetenschappers in de industrie, onderzoek- en overheidsorganisaties. Goed opgeleid personeel

is van essentieel belang om de huidige kernreactoren veilig te houden, verouderde installaties te ontmantelen, nieuwe installaties te realiseren en verantwoord om te gaan met radioactief afval. Hiervoor is een goede opleiding in het domein van 'Nuclear Science and Technology' van essentieel belang, zoals ook werd onderkend op de G8-top van 2009. Omdat het Nuclear Energy Agency van de OECD zorgen heeft geuit over de kwaliteit van de nucleaire opleidingen wereldwijd, vindt de Europese Unie het van essentieel belang dat in Europa nauwer wordt samengewerkt om een excellent opleidingsniveau te garanderen. Het GENTLE-initiatief, waarbij GENTLE staat voor Graduate and Executive Nuclear Training and Lifelong Education, heeft als ambitie onderwijs en opleidingen in Europa op het hoogste niveau te brengen door nauwe samenwerking. Onder andere zal worden gewerkt aan een post-graduate opleiding waarin niet alleen de beste docenten voor de klas staan, maar ook de koppeling met de praktijk centraal staat. Om dit te kunnen faciliteren zijn partners met een nucleaire infrastructuur vertegenwoordigd en wordt de dialoog opgezet tussen universiteiten, nucleaire onderzoekslaboratoria en stakeholders uit de industrie om het onderwijs zo goed mogelijk op hun wensen af te stemmen. Op deze manier wordt kennis en kunde gebundeld in één programma en staat GENTLE voor het opleiden van nieuwe generaties 'young professionals' in het nucleaire veld. **K**

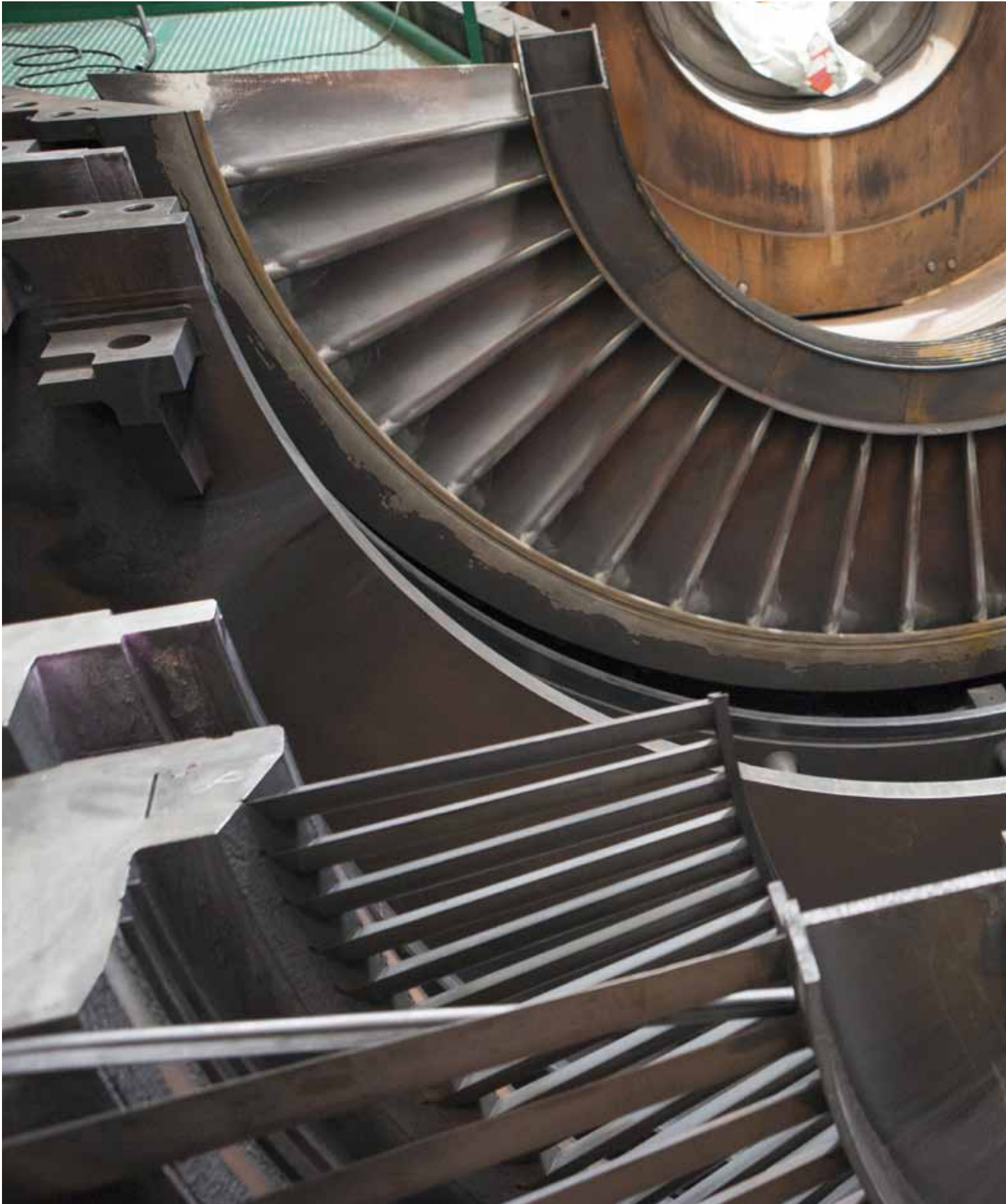
NRG'ER STEVEN KNOL WINT OUTSTANDING PRESENTATION AWARD

NRG-consultant Steven Knol heeft tijdens de HTR2012-conferentie in Tokio, Japan een HTR2012 Outstanding Presentation Award for Young Researcher gewonnen. Deze prijs wordt toegekend aan jonge onderzoekers die tijdens de technical sessions van de conferentie een excellente presentatie hebben gegeven.

In zijn technical session tijdens de HTR2012-conferentie heeft Knol, NRG I&D RD Fuel & Isotope Technology, de eerste resultaten van het nabestralingsonderzoek aan de PYCASSO-experimenten gepresenteerd. In deze experimenten worden de coatings bestudeerd, die worden gebruikt in de brandstofelementen voor hoge temperatuur reactoren (HTR). Deze innovatieve reactoren van de nieuwe generatie III+ worden

op dit moment in China gebouwd. "Het is erg leuk dat ze wat extra aandacht geven aan jonge onderzoekers op de conferentie en dat het binnen NRG mogelijk wordt gemaakt jouw bijdrage aan het onderzoek internationaal te presenteren", aldus Knol over het winnen van de Award.

De serie van bijeenkomsten is internationaal gezien de enige die is gericht op hoge temperatuur gasgekoelde reactoren (HTGR) en werd voor het eerst in 2002 in Petten (NH) gehouden door de European High Temperature Reactor Technology Network HTR-TN. Volgende meetings vonden plaats in Peking, China in 2004, Mmabatho, Zuid-Afrika in 2006, Washington DC, VS in 2008 en de voorlaatste in Praag, Tsjechië in 2010. De zesde conferentie in Tokio stond onder meer in het teken van versnelde ontwikkeling van HTGR. **K**



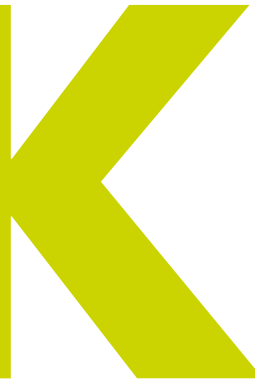


IN BEELD

Groot onderhoud aan de Paluel 3 van de Centrale nucléaire de Paluel in de gelijknamige Noord-Franse plaats ongeveer veertig kilometer van Dieppe in Normandië. De kerncentrale bestaat uit vier 1.330 megawatt PWRs. De centrale van eigenaar EDF kwam in 1984 in bedrijf en biedt werk aan ongeveer 1.250 werknemers.

credits: EDF - Bruno Conty

AANBESTEDING BOUW FINSE OLKILUOTO-4 IN VOLLE GANG



De Finse energiemeetschappij TVO (Teollisuuden Voima Oy) heeft vijf offertes ontvangen voor de nieuw te bouwen Olkiluoto-4-reactor. In een verklaring noemde TVO de potentiële leveranciers met hun specifieke reactor, te weten: AREVA - European Pressurised Water Reactor (EPR), GE Hitachi - ESBWR (economic simplified

boiling water reactor) unit, Korea Hydro & Nuclear Power - APR1400, Mitsubishi Heavy Industries - APWR (advanced pressurised water reactor) unit en Toshiba - ABWR (advanced boiling water reactor) unit. Op dit moment bouwen AREVA en Siemens een EPR op de Olkiluoto-3 locatie met een opgesteld vermogen van 1.600 MW.

De bouw van deze unit heeft meer dan vijf jaar vertraging opgelopen, maar de EPR wordt naar verwachting eind dit jaar in bedrijf genomen. TVO verklaarde dat het Olkiluoto-4-project nu in het stadium komt, waarin de offertes worden beoordeeld en de onderhandelingen kunnen starten. Hierbij zullen volgens TVO 150 mensen betrokken zijn. Eén en ander zal resulteren in de selectie van een leverancier gebaseerd op een "diepgaande technische en economische beoordeling". Hoewel TVO nog niet heeft gezegd wanneer de keuze voor een leverancier bekend wordt gemaakt, heeft het bedrijf aangekondigd een bouwovereenkomst medio 2015 af te zullen geven. **K**

Bron: NucNet - David Dalton

MISSIE IAEA NAAR VIETNAM EFFENT WEG VOOR NIEUW- BOUW KERNCENTRALE

De IAEA heeft onlangs de tweede van drie missies naar Vietnam met succes afgerond. Deze missie had tot doel de voortgang te beoordelen naar de bouw van de eerste kerncentrale voor het land. Dit gebeurde in het kader van de zogenaamde Integrated Nuclear Infrastructure Review (INIR)-missies, die het atoomagentschap in het leven heeft geroepen om IAEA-lidstaten bij te staan om hun nationale infrastructuur te beoordelen bij de introductie van kernenergie.

Vietnam heeft volgens de IAEA vooruitgang geboekt bij de voorbereiding tot de constructie van 's lands eerste kerncentrale. Het proces van een ontwikkeling van een nucleaire infrastructuur verloopt, conform het IAEA-draaiboek, in drie fasen. Bij de eerste missie vindt een beoordeling plaats nog voordat een enkele beslissing over de

lancering van een nucleair programma wordt gemaakt. Dan volgt het voorbereidende werk voor de bouw van een nieuwe reactor en als laatste worden alle activiteiten in gang gezet die nodig zijn voor de daadwerkelijke bouw en inbedrijfname. Na de 2009-missie concludeerde de IAEA dat de meeste onderdelen van de eerste fase waren afgerond en activiteiten van de tweede fase

reeds in gang waren gezet. De tweede missie die eind 2012 plaatsvond, had tot doel om de vooruitgang te beoordelen en de tweede fase af te ronden. Nghiem Vu Khai, vice-minister van het ministerie van wetenschap en technologie vertelde de INIR-missieleiden dat de aanbevelingen en voorstellen zullen worden bestudeerd en gerapporteerd aan de regering en de nationale assemblee, Vietnams hoogste wetgevende instantie.

Het initiatief voor de komst van het IAEA-team om Vietnam te helpen bij de opzet van een nucleaire infrastructuur lag bij de Vietnamese regering. Het internationale atoomagentschap heeft op basis daarvan aanbevelingen gedaan. Een eerste delegatie bezocht het land al in 2009. In datzelfde jaar was de regering al akkoord gegaan met het plan om vier reactoren in de zuidoostelijke provincie van Ninh Thuan te bouwen. Volgens de IAEA heeft Vietnam overeenstemming bereikt met Rusland (2010) en met Japan (2011) voor de bouw van de kerncentrale. **K**

Bron: NucNet - Eva Donelli



SAMENWERKING NRG EN ARGONNE NATIONAL LABORATORY DRAAGT BIJ AAN ONTWIKKELING HTR

Op dinsdag 11 december vond in Amsterdam de kick-off plaats van een driejarige samenwerking tussen de VS en Europa onder de paraplu van het International Nuclear Energy Research Initiative (I-NERI). De samenwerking is gericht op het ontwikkelen van betrouwbare methodes om de koeling van brandstofelementen te analyseren. Naast de Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) uit Petten leveren ook het Belgische SCK-CEN en de Universiteit van Gent (B) bijdragen.

Het programma heet voluit High Fidelity Thermal Hydraulic Fuel Assembly Simulations for Nuclear Reactors. Met een speciale computertechniek, die 'Computational Fluid Dynamics' (CFD) heet, wordt de stroming van de koeling in nucleaire reactoren gesimuleerd. Om betrouwbare CFD-analyses te kunnen maken van de koeling in brandstofelementen (lichtwaterreactoren of innovatieve reactoren) is validatie op basis van referentiedata van de analysemethoden noodzakelijk. NRG is in verschillende projecten gevraagd dit soort analyses te verrichten, zoals bijvoorbeeld voor snelle reactoren. Voor brandstofelementen van dit type reactoren bestaan echter nog geen betrouwbare experimentele data. Het Amerikaanse ANL heeft daarom onlangs zulke referentiedata geproduceerd waarmee NRG en de Belgische partners aan de slag kunnen. In aanvulling hierop gaat

de Argonne National Laboratory (ANL) na of het mogelijk is om referentiedata te genereren voor het specifieke ontwerp van een brandstofelement voor MYRRHA, het versneller aangedreven systeem dat de Belgische SCK-CEN in ontwikkeling heeft.

De business unit Safety & Power (S&P) van NRG stelt in deze samenwerking de referentiedata ter beschikking aan de ANL

voor de analyse van de warmteverdeling in de kern van een Hoge Temperatuur Reactor (HTR). Het gaat dan om een reactorkern die is gevuld met duizenden brandstofballen. De data die S&P ter beschikking stelt, laat in detail zien hoe de complexe warmteverdeling rond een enkele bal er uit ziet. Hiermee heeft NRG al eerder meer pragmatische methoden gevalideerd. De meest geavanceerde en betrouwbare van deze methoden wordt momenteel ingezet om een referentiedataset van een klein 'ballenbed' van ongeveer dertig ballen te genereren. ANL gaat met behulp van hun supercomputer extra referentiedata genereren zodat de betrouwbaarheid van de rekenmethoden nog verder vergroot kan worden. Uiteindelijk zal dit ertoe leiden dat NRG over een betrouwbare pragmatische rekenmethode gaat beschikken om een compleet ballenbed te analyseren. Dit is niet alleen van belang voor de ontwikkeling van een HTR. Ballenbedden worden ook regelmatig toegepast in de chemische industrie. Hiermee kan S&P dus het portfolio van producten voor de chemische industrie uitbreiden. **K**

Nadere informatie: <http://www.ne.doe.gov/INERI/nelNERI1.html>

Het Amerikaanse I-NERI is in het leven geroepen om R&D-samenwerking op het gebied van advanced nuclear energy systems and nuclear fuel cycles met internationale partners te bevorderen. Samenwerkingen onder I-NERI hebben natuurlijk het financiële voordeel dat de R&D-kosten kunnen worden gedeeld en geven tegelijkertijd de VS de mogelijkheid de internationale gemeenschap bij het nucleair technologisch onderzoek te betrekken. Het programma is onder meer gericht op de wereldwijde toepassing van kernenergie door aangescherpte kostenbeheersing, verhoging van safety en security, tegengaan van proliferatie en het beheersen van afvalstromen.


**EWOUDE
VERHOEF**

**JAN LEEN
KLOOSTERMAN**

VRAAG & ANTWOORD

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

IS ER EEN OPLOSSING VOOR HET AFVALPROBLEEM?

"Wat heeft de nucleaire gemeenschap de afgelopen dertig jaar gedaan om het nucleaire afvalprobleem op te lossen? Eerst stort men het in zee, in Duitsland liggen nu ontelbare vaten radioactief afval in mijnen, etc. Jullie zijn daar al die tijd mee bezig en nog steeds geen oplossing. Of wil men het niet oplossen?"

Ewoud Verhoef: "Overall waar met radioactieve stoffen wordt gewerkt, geneeskunde, onderzoek, industrie en elektriciteitsproductie, wordt radioactief afval geproduceerd. Begin jaren tachtig drong in de maatschappij het besef door dat afvalstoffen niet verdund moeten worden in het milieu. Het principe van Isoleren, Beheren en Controleren geeft een betere bescherming van mens en milieu. Het dumpen in de Atlantische Oceaan van radioactief afval werd daarom ook gestaakt. Tegelijkertijd werd duidelijk dat een aparte organisatie nodig was om verantwoord met radioactief afval om te gaan. De Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) werd opgericht in 1982. COVRA is sindsdien uitgegroeid tot het bedrijf dat de oplossing voor het Nederlandse radioactief afval in

praktische zin waarmaakt. Waaruit bestaat die oplossing? Hoe wordt er gezorgd voor radioactief afval? De basis is dat radioactieve stoffen op natuurlijke wijze hun gevaarstelling verliezen. Met het uitzenden van straling vervalt een radioactieve stof en daarmee verdwijnt de gevaarstelling. Radioactief afval moet daarom worden opgeborgen op een plaats waar de straling geen kwaad kan en moet zolang uit het leefmilieu worden gehouden totdat de radioactiviteit is verdwenen. Dat gebeurt overal ter wereld in twee stappen: eerst opslag bovengronds en daarna berging in de diepe ondergrond.

Wat is er in Nederland precies gedaan? In de eerste tien jaren na 1882 werden de organisatie en de logistiek voor het inzamelen van het Nederlandse radioactief afval opgezet; er werd een locatie gevonden voor de bedrijfsactiviteiten en alle activiteiten van de tijdelijke locatie in Petten werden overgebracht naar de lange termijn locatie in Vlissingen-Oost. De daaropvolgende jaren zijn faciliteiten voor de verwerking en opslag van alle categorieën radioactief afval gebouwd en in gebruik genomen en is een stabiele en deskundige organisatie gevormd. COVRA heeft nu faciliteiten voor het veilig beheer van alle soorten radioactief afval voor een periode van tenminste 100 jaar. De zorg voor het afval houdt echter niet op na 100 jaar. Nu al worden financiële voorzieningen getroffen en benodigde techniek uitgewerkt voor de volgende stap in het radioactief afval beheer: eindberging. Het inmiddels derde nationale onderzoeksprogramma eindberging radioactief afval (OPERA) vormt daar onderdeel van."

Ewoud Verhoef

Dr. Ir. Ewoud Verhoef (1973) is adjunct-directeur van de COVRA, het Centraal Orgaan Voor de Opslag van Radioactief Afval. Ewoud coördineert het OPERA-onderzoeksprogramma naar een definitieve Nederlandse eindberging van kernafval, naast onderzoek in Europees verband naar de geologische eindberging van kernafval. Ewoud studeerde organische chemie aan de Technische Universiteit Delft en promoveerde daar in 2005 in de toegepaste aardwetenschappen.

KIEZEN STUDENTEN SINDS FUKUSHIMA NOG WEL VOOR EEN STUDIE KERNTHECHNIEK?

“Naar aanleiding van het recente ongeluk in Japan, heeft onder andere Duitsland besloten te stoppen met kernenergie. Is er als gevolg van deze gebeurtenissen een dalende interesse bij studenten voor de studierichting Kerntechniek te merken? Is er nog animo voor deze studierichting in ons land?”

Jan Leen Kloosterman: “Het aantal studenten dat kiest voor een afstudeerproject op het gebied van kernenergie is afgelopen vijf jaren sterk gestegen. Zo had de onderzoeksgroep Nuclear Energy and Radiation Applications (NERA) van de TU-Delft, het vroegere ‘Reactorfysica’, in 2012 juist een maximum aantal afstudeerders. Maar liefst negen master studenten en zes bachelor studenten hebben in 2012 hun eindproject op het gebied van kernenergie afgerond. Hoewel in het lopende academische jaar het aantal studenten dat nucleaire vakken volgt iets is afgenomen, lijkt de belangstelling van potentiële afstudeerders onverminderd groot. Nucleaire technologie richt zich echter in toenemende mate op medische toepassingen, zoals het onderzoek naar nieuwe productieroutes voor radionucliden en de toepassing van radionucliden in de medische diagnostiek en therapie. De onderzoeksgroep Radiation and Isotopes for Health van de TU-Delft leidt gemiddeld per jaar circa tien master- en bachelorstudenten op en dat aantal neemt gestaag toe. Kortom, het aantal studenten neemt zeker niet af, maar wel lijkt er een trend waarneembaar te zijn dat meer studenten kiezen voor medisch gerelateerde onderwerpen. Een trend in de positieve richting is zeker ook dat meer studenten beginnen aan een technische studie, wat zich uiteindelijk ook zal vertalen in nog meer afstudeerders op het interessante gebied van de nucleaire technologie!” **K**

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**RADIO-
ACTIEF
ERGER
DAN
GIFTIG?**

Een artikel in de Süddeutsche Zeitung liet mij kennismaken met de grootste ondergrondse opslag voor chemisch afval in Duitsland: de kalimijn Herfa-Neurode

in Heringen. Het is een ‘klasse 4’ deponie, de zwaarste categorie, met honderdduizenden tonnen kwik-, cyanide- en dioxinehoudend afval op 600 meter diepte. De hoeveelheid arseen die hier is opgeslagen is zo groot dat men er de gehele mensheid mee kan vergifigen. Eens zal de mijn worden afgesloten en door mineraalgesteenten hermetisch omsloten. Hé, komt dat de lezers van dit blad niet bekend voor? Er is afval, dat we graag voor lange tijd uit de biosfeer willen houden, dus zoeken we daar een stabiele plek in de aarde voor, liefst een paar honderd meter onder de grond. Voor radioactief afval is dit echter zo controversieel dat het nog bijna nergens in de praktijk is gebracht. Er is de vrees voor zeer ernstige gevolgen als het afval vrijkomt in het milieu. Blijkbaar is die vrees er niet voor chemisch afval. De vraag is nu hoe dat kan. Terwijl iedereen best een idee heeft van wat gifstoffen met mens en milieu kunnen doen, zeker in de omvang en de giftigheid van de opslag in Herfa-Neurode, komt niemand in het geweer tegen zo’n opslagfaciliteit. Dat terwijl het idee voor ondergrondse opslag van radioactief afval de demonstranten in rijen dik aantrekt, zeker in Duitsland. Ergens zit een angstgevoel bij een groot deel van de mensen voor radioactiviteit dat er niet is voor giftigheid. Misschien kunnen ze daar eens een knappe kop opzetten. Wat is dat fundamentele verschil, en hoe neem je die extra angst voor radioactieve stoffen weg? **K**

Aliki van Heek



K **VIJFTIG JAAR** **IAEA-LABORATORIA** **IN SEIBERSDORF**

Toen het beton werd gestort voor het U-vormige gebouw van het eerste IAEA-laboratorium in Seibersdorf (Oostenrijk) waren de verwachtingen hoog gespannen dat dit de eerste faciliteit zou zijn van een toestroom van wetenschappelijke activiteiten ten behoeve van mensen overal ter wereld.



De prikkel om tot de bouw van IAEA laboratoria te komen, was volgens Piero Danesi, directeur Seibersdorf Laboratories 1986 - 2001 de toenemende behoefte aan accurate meetgegevens die mondiaal geaccepteerd zouden worden. "In de beginjaren richtte het meeste werk zich op het meten van de fallout die het gevolg was van nucleaire testen, gevolgd door de caliberatie van

nucleaire instrumenten", aldus Danesi. Gedurende de afgelopen jaren zijn de activiteiten in de labs aangepast aan het veranderende landschap van de nucleaire technologie en haar toepassingen en aan de behoefte en ambities van de IAEA-lidstaten. Terugkijkend over een periode van vijftig jaar kan je zeggen dat de IAEA Laboratory, die inmiddels bestaan uit acht nucleaire laboratoria en

een safeguard analytical laboratorium, aan die verwachtingen hebben voldaan. De gezamenlijke laboratoria hebben baanbrekend werk verricht op het gebied van toegepaste nucleaire techniek waar het gaat om: voeding, landbouw, gezondheid, ongediertebestrijding en milieutoezicht. In de halve eeuw die achter ons ligt, is veel bereikt. Er zijn talloze successen te noemen. Acht daarvan zijn nader belicht:



IAEA

1. BETER FRUIT ZONDER FRUITVLIEG

De insecten-sterilisatietechniek (SIT) is bijna synoniem voor de Insect Pest Control Laboratory in Seibersdorf. Met de SIT is het laboratorium succesvol gebleken bij de bestrijding de tseetseevlieg in Zanzibar door onder meer gesteriliseerde mannelijke exemplaren uit te zetten. Hierdoor legden vrouwelijke vliegen onvruchtbare eitjes en nam de populatie drastisch af met minimale inzet van pesticiden. Tegenwoordig wordt SIT ingezet tezamen met andere organische technieken om de mediterrane fruitvlieg te bestrijden in onder andere Argentinië, Chili, Guatemala, Mexico en Peru. De aanpak heeft grote positieve economische gevolgen voor Zuid-Amerika. Veel landen accepteren namelijk geen import van groente en fruit vanuit landen waar de fruitvlieg voorkomt.

2. WATER VOOR DE LANDBOUW

Hoeveel water heeft een plant nodig en hoe kunnen we dat vaststellen? De IAEA-laboratoria van Soil and Water Management en Crop Nutrition in Seibersdorf hebben de juiste tool ontwikkeld om deze vragen te beantwoorden. Druppelirrigatie is één van de meest effectieve manieren gebleken om water te besparen

en tegelijkertijd de landbouwopbrengst te vergroten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een neutronensonde waarmee de hoeveelheid grondwater in de bodem is vast te stellen en om te bepalen wanneer en waar een plant water nodig heeft. In combinatie met de druppelirrigatietechniek is de agrarische productiviteit in droge gebieden van Kenya enorm vergroot.

2. VEILIGERE BEHANDELING VAN KANKER DOOR PRECIEZE DOSES

Bij radiotherapie kan een schommeling van vijf procent stralingsdoses het verschil tussen leven en dood uitmaken. Daarom is het post audit programma van de IAEA en de WHO (wereldgezondheidsorganisatie) zo belangrijk. Binnen dit programma kunnen ziekenhuizen gratis gebruikmaken van de IAEA-dosimetriedienst. Het dosimetrielaboratorium verzendt dosimeters (thermoluminescent dosimeters - TLDs) naar deelnemende ziekenhuizen wereldwijd. De dosimeters nemen dezelfde ioniserende straling op als de patiënten krijgen. De dosimeters worden vervolgens naar Seibersdorf teruggestuurd, waar wetenschappers de TLDs analyseren om te bepalen of de juiste hoeveelheid straling is toegediend. Op dit moment maken 900 ziekenhuizen in 130 landen gebruik van de service en dat maakt radiotherapie veiliger en accurater.

3. PESTICIDEVRIJE MEREN EN VOEDSEL IN COLOMBIA

Het meer Lago de Tota in Colombia is omgeven door grote gebieden vruchtbaar

land waar kleine boeren hun groenten kweken. Ze hebben daarvoor echter veel gebruik gemaakt van pesticiden. Deze stoffen, die gevaarlijk zijn voor mens en omgeving, hebben zich door regen kunnen verspreiden in een groot gebied en zijn ook in het meer terecht gekomen. Het Food and Environmental Protection Laboratory heeft ondersteuning gegeven aan een regionaal project dat de impact van de pesticidevervuiling in kaart brengt. Met behulp van isotopen-techniek kunnen de wetenschappers voorspellen welke pesticide het meest waarschijnlijk verantwoordelijk zijn voor de besmetting van grondwater en het meer. Op dit moment maken boeren dan ook alleen nog gebruik van de minder gevaarlijke pesticiden en ➤



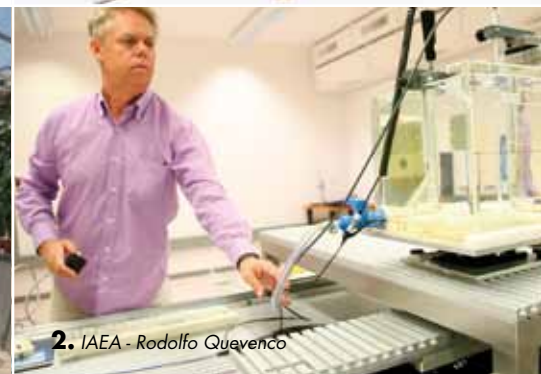
1. IAEA - Dean Calma



1. IAEA - Vivat



2. IAEA - KRESMIR NIKOLIC



2. IAEA - Rodolfo Quevenco

de vervuiling van het gebied is aanzienlijk gedaald.

4. ZOUTTOLERANTE RIJST VOOR VIETNAM

De klimaatverandering zorgt voor een onverwachte problemen voor de rijstboeren in Vietnam: zout. Door een toename van overstromingen verzilten de kustgebieden van de Mekong Delta, het voornaamste rijstgebied van het land. De Plant Breeding and Genetics Laboratory in Seibersdorf heeft de boeren bijgestaan bij het zoeken naar en cultiveren van zouttolerante rijstvarianten. Door de zaden van Vietnamese rijst te bestralen, konden wetenschappers variëteiten identificeren die aan de vereiste karakteristieken voldeden.



4. IAEA - Radolfo Queverco



5. IAEA - Dean Calma



6. IAEA - Dean Calma

Overgelaten aan de natuur zouden deze variëteiten over een periode van miljoenen jaren mogelijk zijn ontwikkeld. De wetenschappers waren in staat dit natuurlijk proces te versnellen tot een paar minuten. Het succes van het project is nu zichtbaar op de vruchtbare velden in Vietnam.

5. CONTROLE OP BESCHADIGINGEN KUNSTWERK MET EEN X-FLUORESCENTIESPECTROMETER

Toen de 'Salieri', het zoutvat van Benvenuto Cellini werd gestolen in 2003 uit het Museum of Natural History Wenen, werd alles op alles gezet om het kunststuk terug te vinden. Toen dat gelukt was, wilde de museumdirectie zekerheid krijgen dat het gouden zoutvat onbeschadigd was. Het onderzoek vond plaats met mobiele röntgenfluorescentiespectrometer (XRF) ontwikkeld door de nuclear spectrometry and applications laboratory. De XRF is een krachtig instrument waarmee de chemische samenstelling van kunstschatten op een non-destructieve manier is vast te stellen. Het apparaat is ook inzetbaar om milieuvervuiling op te sporen.

6. BEPERKT GENIETEN VAN EEN SPA

Mensen hebben lang gedacht dat het onbepaald doorbrengen in de geneeskrachtige baden van een spa goed voor de gezondheid zou zijn. Wetenschappers hebben nu ontdekt dat dit niet het geval is. De 'geneeskrachtige werking' van het water komt van radioactief radon in het water en omringende grotten. Tegenwoordig mogen mensen slechts voor een



6. IAEA - Dean Calma

beperkte tijd van een spa gebruikmaken om te voorkomen dat ze teveel straling oplopen. Dit is het resultaat van het werk van de Terrestrial Environment Laboratory in Seibersdorf dat de standaard heeft vastgesteld van het natuurlijke stralingsniveau.

7. EEN WERELD ZONDER RUNDERPEST

Runderpest, de plaag die duizenden stuks vee heeft getroffen en het levensonderhoud van boeren wereldwijd heeft bedreigd, werd in 2011 als uitgeroeid verklaard. Dit succes zou niet mogelijk zijn geweest zonder de medewerking van de Animal Production and Health Laboratory in Seibersdorf. De wetenschappers van dit laboratorium ontwikkelden verbeterde tools om de effectiviteit van de vaccinatie te volgen. Deze nucleairgerelateerde technologie - de enzyme-linked immunosorbent assay ofwel ELISA, maakte, kostenefficiënt, snelle diagnoses mogelijk. Het bleek uiteindelijk het 'ontbrekende deel' bij de mondiale inspanning om de ziekte te beheersen. De beschikbaarheid van ELISA en andere specifieke en gevoelige diagnostische tests maakten het de wetenschappers mogelijk bij een volgende uitbraak van de runderpest heel snel te reageren, wat uiteindelijk tot het uitroeien van de ziekte heeft geleid. Tegenwoordig wordt de techniek overwogen voor toepassing bij het beheersen van andere grensoverschrijdende dierenziektes zoals mond- en klauwzeer en de Afrikaanse varkenspest. "De acht laboratoria in Seibersdorf voor toegepaste nucleaire techniek doen pioniers werk ten behoeve van zowel mens- als dierenwelzijn, voor de waarborg van kwaliteit en veiligheid van voeding, voor landbouw en milieu-monitoring", zei IAEA Director General Yukiya Amano tijdens zijn verklaring tijdens de 56th General Conference in September 2012. Voor de komende vijf jaar wil Amano een complete modernisatie van de laboratoria om de lidstaten nog beter van dienst te kunnen zijn. **K**

Bron: IAEA

BELASTINGMAATREGEL LEIDT TOT SLUITING SPAANSE GAROÑA-KERNCENTRALE

De Spaanse belastingmaatregel is het gevolg van een akkoord van de regering om 2,7 miljard euro per jaar belasting te gaan heffen op de productie van elektriciteit. Daarbij worden volgens dagblad El País nucleaire installaties nog eens extra belast met 2.190 euro voor elke kilogram verbruikte kernbrandstof. De reden voor de verhoging van de belasting is de scheefgroei van 24 miljard euro tussen de werkelijke kosten



Fornuclear.org

Nuclenor, de exploitant van de Garoña kerncentrale bij Burgos heeft besloten de deuren van deze oudste kerncentrale in Spanje te sluiten na de invoering van een nieuwe belastingmaatregel begin dit jaar. De belasting is verhoogd omdat er een verschil van 24 miljard euro tussen inkomsten en energieproductiekosten moet worden weggewerkt. Het verschil komt onder andere door overheidssubsidies voor de stimulering en productie van hernieuwbare energie. Met het stilleggen van de kerncentrale is de kans op een faillissement voorkomen.

voor geproduceerde energie en hetgeen consumenten betalen. Volgens het Franse persbureau Agence France-Presse is dat verschil voornamelijk toe te schrijven aan verstrekte subsidies voor de productie van hernieuwbare energie.

De nieuwe energiewet kost Garoña jaarlijks 153 miljoen euro. Volgens

Nuclenor zijn dergelijke kosten niet op te brengen, niet in de laatste plaats omdat de hoogte ervan tien maal de jaarwinst bedraagt. Op dezelfde voet doorgaan met de exploitatie zou dan ook volgens Nuclenor onherroepelijk tot een faillissement hebben geleid. De Garoña-kerncentrale had een vergunning om tot juni 2013 in bedrijf te

blijven en in principe nog het vooruitzicht op een verlenging tot 2019. De voortijdige sluiting is dan ook geen goed nieuws voor de lokale economie. Door de sluiting verliezen 750 mensen hun baan. Velen van hen zullen zich genoodzaakt zien te verhuizen. Markant detail is dat ook de nonnen van het nabijgelegen klooster Santa Clara in Medina de Pomar zich tegen sluiting hebben uitgesproken. De zuster vrezen voor het verlies van inkomsten die zij ontvangen met het wekelijkse wassen van de handdoeken van de centrale.

Kernenergie is in Spanje goed voor een vijfde van het stroomverbruik. Nog eens twintig procent komt uit wind, water en zonne-installaties. De rest wordt geproduceerd door olie- en gasgestookte centrales. **K**



TSJECHIË VOORT- VAREND OP WEG NAAR NIEUWBOUW KERNCENTRALES

De overheid van Tsjechië is onder voorwaarden akkoord gegaan met het voorstel van de energiegigant CEZ om twee nieuwe reactoren te bouwen bij de bestaande kerncentrale van Temelin. Er loopt nu een aanbesteding waarbij een keuze gemaakt moet worden uit een MIR 1200 (Skoda, Atomstroyexport, Hidropress) en een AP1000 (Westinghouse). De EPR (AREVA) wordt daar mogelijk nog aan toegevoegd.

Dukovany is opgeleverd. Naast de bouw van de nieuwe reactoren wordt gewerkt aan de levensduurverlenging van de vier reactoren bij Dukovany naar 60 jaar. Drie bedrijven hebben bij CEZ voorstellen gedaan voor de bouw van de reactoren bij Temelin, te weten een consortium van Skoda, Atomstroyexport en Hidropress voor de bouw van de MIR (modernised international reactor) 1200, Westinghouse met zijn AP1000-reactor en AREVA met de EPR 1600 European Pressurized Water Reactor). Eind vorig jaar werd AREVA uitgesloten van de tender omdat de Franse reactorbouwer niet zou hebben voldaan aan alle voorwaarden. AREVA heeft hierop aangegeven in beroep te zullen gaan. Onlangs heeft Westinghouse aangegeven voor een aanzienlijke hoeveelheid van het benodigde staal gebruik te zullen maken van de productiecapaciteit in Tsjechië. De Amerikaanse firma heeft al overeenstemming met Excon Steel en Modrany Power voor de ruwbouw in staal en geprefabriceerde onderdelen voor een AP1000. Maar dan blijft er altijd nog zo'n 80.000 ton staal over dat door Tsjechische firma's kan worden geleverd, uiteraard alleen als er voor Westinghouse wordt gekozen. Overleg vindt al plaats met Tsjechische staalbedrijven Metrostav en Vitkovice. Naar verwachting wordt eind dit jaar bekend gemaakt wie de reactor mag bouwen. Ingebruikname is gepland tussen 2020 en 2025. **K**

Bron: NucNet - Eva Donelli

Op dit moment beschikt Tsjechië over zes reactoren: twee type VVER-1000 bij Temelin en vier type VVER-440 bij Dukovany. Tezamen zijn de reactoren goed voor eenderde van de totale elektriciteitsproductie in het land. Premier Necas heeft eind vorig jaar gezegd dat deze productie naar minstens 50 procent moet. Het ligt dus voor de hand dat nieuwbouw van kerncentrales hoog op de agenda staat. Het ministerie van milieu heeft in een milieueffectrapportage (MIR) negentig voorwaarden opgesteld waaraan het staatsbedrijf CEZ moet voldoen om toestemming voor twee nieuwe reactoren van de regering zeker te stellen. Deze voorwaarden betreffen voor het overgrote deel het aanscherpen van de veiligheidsnormen voor zowel het milieu als de volksgezondheid. "Het ministerie van milieu heeft op deze wijze een van de meest uitdagende en op professioneel vlak

gezien meest gecompliceerde MER-processen in de geschiedenis afgehandeld", aldus een vertegenwoordiger van het departement, "Gedurende de gehele MER-procedure zijn duizenden pagina's aan studiemateriaal voorbereid, tezamen met analyses, expert reports en andere documenten in samenwerking met tientallen experts uit binnen- en buitenland." De beoogde uitbreiding in nucleaire capaciteit maakt het Tsjechië mogelijk om zijn oude steenkoolgestookte centrales te vervangen en om minder afhankelijk te zijn van afnemende binnenlandse steenkoolopbrengst. Op dit moment voorzien steenkoolcentrales in ongeveer 60 procent van de elektriciteitsbehoefte in Tsjechië. De bouw van de twee reactoren bij Temelin en die van een derde reactor die op termijn bij Dukovany gebouwd zal worden, zal de nucleaire productie van energie een boost geven tot 46,5 TWh in 2025, wanneer Temelin gereed is en 55,2 TWh als ook



AREVA HERVAT MIJNBOW EN URANIUMERTSVERWERKING BIJ MCCLEAN LAKE IN CANADA

De werkzaamheden bij McClean Lake zullen naar verwachting in de loop van dit jaar starten. De faciliteit ligt ongeveer zevenhonderd kilometer ten noordoosten van Saskatoon. Er bevinden zich verscheidene uraniummijnen in de omgeving en men beschikt hiermee over de meest geavanceerde uraniumverwerkingsfabriek van Noord-Amerika. Dagbouw bij McClean Lake startte in 1995. Tot op de dag van vandaag is bijna 23 miljoen kilo uraniumoxide (U_3O_8) bij McClean Lake gedolven. Midden 2010 werd de McClean Lake Mill stilgelegd voor onderhoud en in afwachting van de komst van nieuw erts uit Cigar Lake, Midwest en uit ondergrondse mijnbouw bij McClean Lake zelf. De Cigar Lake-mijn zal vanaf medio dit jaar continu erts leveren aan de McClean Lake Mill voor naar verwachting de komende dertig jaar. Daarnaast wil AREVA de komende drie jaar ongeveer vier miljoen kilo yellowcake produceren afkomstig van de mijn bij McArthur River, die op een afstand van ongeveer



Onlangs heeft de Canadese nucleaire toezichthouder CNSC toestemming verleend aan AREVA om uraniumerts afkomstig uit de Cigar Lake-mijn te gaan verwerken in de McClean Lake-faciliteit. De McClean Lake Mill is de enige fabriek ter wereld die in staat is om zeer hoge kwaliteit erts zonder verspilling of verlies te verwerken. De fabriek zal uiteindelijk een jaarlijkse productiecapaciteit hebben van 10.900 ton yellowcake (uraniumconcentraat).

950 kilometer van de verwerkingsplaats ligt. AREVA is voor 70 procent eigenaar van de McClean Lake Mill. De Denison Mines Corp heeft 22,5 procent in handen, de Overseas Uranium Resources Development (OURD) Company Ltd of Japan bezit de resterende 7,5.

Wat betreft de overige locaties is AREVA voor 30 procent eigenaar van de McArthur River, voor 37 procent van Cigar Lake en voor 17 procent van Key Lake. **K**

Bron: AREVA

EXCURSIE



VOOR DONATEURS VAN DE STICHTING KERNVISIE

Op 3 juni 2013 organiseert de Stichting KernVisie voor haar donateurs een bezoek aan Schachtanlage Konrad, een verlaten ijzermijn bij het plaatsje Salzgitter in Duitsland. In deze mijn zal in de toekomst eindberging van radioactief afval plaatsvinden. Dit afval is dan eerst bovengronds opgeslagen geweest tot de warmteontwikkeling voldoende is afgenomen.

Op dit moment wordt de mijn gereed gemaakt voor de berging van radioactief afval. Belangstellenden kunnen de mijn nu bezoeken. Voor de donateurs van KernVisie, die in zo'n bezoek geïnteresseerd zijn, bieden wij die mogelijkheid op maandag 3 juni. De plaats Salzgitter ligt voorbij Hannover in de buurt van Braunschweig. In verband met de afstand stellen we voor dat de deelnemers zondag 2 juni naar Salzgitter reizen en daar overnachten. De volgende

morgen, maandag 3 juni om 8.30 uur, start de excursie met een ontvangst bij de mijn. We krijgen een toelichting op de geplande opslag en wat daar allemaal voor nodig is. Daarna gaan wij die mijn in, tot ongeveer 1.000 meter onder de grond. Hier wordt getoond hoe die opslag zal plaatsvinden en wat de voorbereidingen inhouden. Pas nadat je dit zelf hebt ervaren en aanschouwt wat het betekent om zo diep de aarde in te gaan, ga je echt begrijpen wat langdurige

berging van het afval inhoudt, hoeveel zorg daaraan is besteed en hoeveel zekerheden zijn ingebouwd. Een unieke belevenis en een unieke kans om aan te grijpen!

Bezoek en rondleiding worden afgesloten met een eenvoudige gezamenlijke lunch, die wordt aangeboden. Om 14.00 uur kunnen de deelnemers weer huiswaarts keren. De deelnemers zorgen zelf voor vervoer, maaltijden en logies. Meer gedetailleerde gegevens met een voorstel voor een hotel in Salzgitter volgen later.

Het bestuur van de Stichting KernVisie vraagt u om de data 2 en 3 juni alvast in uw agenda te reserveren, wanneer u deze kans niet wilt missen. Bij belangstelling dit graag melden via e-mail aan info@kernvisie.com met opgave één of twee deelnemers. Het aantal deelnemers is beperkt tot dertig, dus tijdig aanmelden kan van belang zijn. **K**

Voor meer informatie over de Schachtanlage Konrad zie www.endlager-konrad.de

De Stichting KernVisie streeft naar het vergroten van het draagvlak voor kerntechnologie en al haar toepassingen. Haar communicatiemiddelen zijn het tweemaandelijks magazine KernVisie en de website. Daarnaast verzorgen vertegenwoordigers van de stichting lezingen en gastcolleges. De stichting streeft er naar om de informatie over kerntechnologie toegankelijk en aantrekkelijk te maken voor haar lezers en bezoekers van hun website.

WILT U ZICH AANMELDEN ALS BEGUNSTIGER VAN STICHTING KERNVISIE?

Geef dan uw gegevens door via het contactformulier op de website:

www.kernvisie.com

* De bijdrage is minimaal 25,- euro per jaar (studenten 10,- euro), over te maken naar het banknummer 6851370 ten name van Kernvisie, Foundation for Nuclear Energy te Elst.



**WORD
BEGUNSTIGER*
VAN STICHTING
KERNVISIE
EN ONTVANG
KERNVISIE
MAGAZINE
6X PER JAAR**



Stichting **KernVisie**
EEN ENERGIEK INITIATIEF

Notarisappel 37, 6662 JN Elst
Tel. 0481-841156
E-mail: kernvisie@kernvisie.com