

KernVisie

Nieuwsbrief van de Stichting Kernvisie uitgegeven voor de nucleaire sector in Nederland

December 2010

www.kernvisie.com

KernVisie wenst u een voorspoedig 2011!



Delta en EDF willen samen bij Borssele bouwen

Elektriciteitsbedrijf Delta vond in Electricité de France (EdF) de partner voor de bouw van de nieuwe kerncentrale in Borssele.

Volgens een gezamenlijke verklaring van de beide bedrijven is hun Memorandum of Understanding (MoU) de eerste stap in een proces dat kan leiden tot het gezamenlijk ontwikkelen van een nieuwe kerncentrale aan de Zeeuwse kust. Men onderzoekt wat de beste opzet is voor een gezamenlijke ontwikkelingsmaatschappij. De bedrijven gaven aan dat als het project inderdaad uitgevoerd gaat worden er waarschijnlijk derden bij betrokken zullen zijn. Enerzijds als investeerders, anderzijds als afnemers van de op te wekken elektriciteit.

Delta is 50% eigenaar van de huidige 485 MWe drukwaterreactor in Borssele.

In juni 2009 zette Delta de eerste stap naar het bouwen van een tweede reactor in Borssele door het indienen van een startnotitie bij VROM. Net een jaar later diende Energy Resources Holding (ERH), EPZ's andere eigenaar, een eigen startnotitie in voor ook een kerncentrale in Borssele. Wellicht komen er op deze locatie dus twee nieuwe kerncentrales bij.

De plannen zijn mogelijk omdat er in Nederland sinds de komst van het nieuwe kabinet weer feitelijke politieke steun is voor kernenergie. Die steun is langzaam gegroeid sinds in 1994 een parlementair besluit tot 'uitfasering' van

Borssele per 2003 door het parlement genomen werd en er in 2005 besloten werd om die sluiting van 'Borssele' uit te stellen tot 2034. De steun van de regering voor kernenergie is gebaseerd op enerzijds het garanderen van de leveringszekerheid van elektriciteit en anderzijds het beleid tot vermindering van de uitstoot van koolstofdioxide binnen de afgesproken Europese richtlijnen.

Peter Boerma, voorzitter Raad van Bestuur van Delta, gaf aan verheugd te zijn met het nieuwe partnerschap met EdF. "Het is belangrijk voor een project van deze omvang om een partner te vinden die niet alleen ervaren is in het bouwen, exploiteren en managen van kerncentrales, maar ook een bij ons passende partner is", zei hij. Hij illustreerde dit vervolgens met het noemen van de behaalde successen bij de bouw en exploitatie van de 900 MWe gascentrale bij Sloe.

Delta heeft al een optie genomen op het terrein waar de nieuwe centrale gebouwd moet worden. De voorbereidingen voor de Milieu-effectrapportage zijn gestart. Eerdere verklaringen gaven aan dat met de bouw zou kunnen worden begonnen in 2013, opdat de centrale in 2018 gestart kan worden.

(WNN)

1 Delta en EdF willen samen bouwen bij Borssele

2 De HPLWR in het klein in Delft

3 Minister Verhagen bracht een bezoek aan COVRA

5 Nucleaire technici van de toekomst nú opleiden

8 Kleine kerncentrales, een overzicht

11 Kernvisie bracht bezoek aan Areva Lingen in Duitsland



Bart Sjenitzer

Delfts Succes in Tokio

In Tokio, bij de internationale gecombineerde conferentie over 'Supercomputing in Nuclear Applications' en 'Monte Carlo' (SNA+MC-2010) heeft Bart Sjenitzer de prijs 'Best Student Paper Award' gewonnen. Bij deze conferentie werden de laatste ontwikkelingen op het gebied van supercomputers en Monte Carlo simulaties gepresenteerd.

Promovendus Bart Sjenitzer viel in de prijzen met zijn presentatie 'A Monte Carlo Method for Calculation on the Dynamic Behaviour of Nuclear Reactors'. Het onderwerp van zijn promotie is het ontwikkelen van een nieuwe Monte Carlo methode, waarmee berekeningen kunnen worden gedaan aan een dynamisch nucleair systeem. Met deze methode kan nauwkeuriger worden gerekend aan een reactor met een veranderend vermogen, zoals bij een ongevalsscenario. Hiermee kan de veiligheid van reactoren nog verder worden vergroot.

Dit promotieonderzoek vindt plaats aan de Technische Universiteit Delft bij professor Tim van der Hagen. Samen met dagelijks begeleider Eduard Hoogenboom is Bart Sjenitzer deze nieuwe Monte Carlo methode verder aan het ontwikkelen als onderdeel van het Europese project NURISP.

(www.NURISP.eu)

De HPLWR in het klein in Delft

In het kader van het VENI onderzoek (subsidie van het NWO) en het Europese THINS (Thermal-Hydraulics in Innovative Nuclear Systems) project is een gloednieuwe experimentele opstelling onthuld bij de sectie Physics of Nuclear Reactors aan de TU Delft. Deze opstelling, DELIGHT genaamd, wordt gebruikt om het Europese ontwerp van de superkritisch water reactor (SCWR) en het gedrag van superkritisch water als koelmiddel te onderzoeken.



Door de grote toename van uitstoot van CO₂ in onze atmosfeer wordt het steeds aantrekkelijker om, naast de nieuwe vormen van energieopwekking, energie te halen uit splijtingsreactoren. Het Generatie-IV platform heeft daarom zes innovatieve splijtingsreactoren geselecteerd, daarbij lettend op duurzaamheid en veiligheid. Eén van deze reactoren is de Super Critical Water Reactor (SCWR), waarin water onder superkritische condities (250 bar, 500 °C) wordt gebruikt als koelmiddel. Het grote voordeel van dit type reactor is dat de temperatuur van het koelmiddel een stuk hoger is dan in de conventionele waterreactoren, waardoor er meer thermische energie om te zetten is in elektrische energie.

De DELIGHT opstelling is een geschaalde versie van de Europese SCWR, de High Performance Light Water Reactor (HPLWR). De schaling is uitgevoerd door Freon R-23 als koelmiddel te gebruiken in plaats van water. Hierdoor kunnen experimenten uitgevoerd worden bij relatief milde condities (57 bar, 100 °C) mét behoud

van de relevante fysische processen. Het vermogen wordt geleverd door een elektrische stroom van 600 Ampère door elk kerndeel te sturen. De opstelling kan ook in 'reactor-modus' werken door het afgestane vermogen aan te passen aan veranderingen in de dichtheid van het koelmiddel in de kerndelen.

De opstelling wordt gebruikt om te bestuderen hoe de HPLWR reageert op veranderingen in het systeem en of het mogelijk is om het koelmiddel door de kern te laten stromen door gebruik te maken van natuurlijke circulatie. Ook is de opstelling uitermate geschikt om zeer nauwkeurig de stroming in de kern te bestuderen met behulp van een meettechniek als Laser Doppler Anemometrie. In het laatstgenoemde project wordt nauw samengewerkt met diverse Europese partijen, waaronder NRG, PSI (Zwitserland), KIT (Duitsland) en KTH (Zweden).

Martin Rohde, Reactor Instituut Delft

Openingsplechtigheid voor de installatie



Myrrha en een MOX-fabriek in Chinees-Belgische overeenkomsten

China en België tekenden een basisovereenkomst voor het bouwen van een MOX-fabriek in China en een overeenkomst voor samenwerking bij het Myrrha (Multipurpose Hybrid Research Reactor for High-tech Applications) onderzoeksproject in Mol.

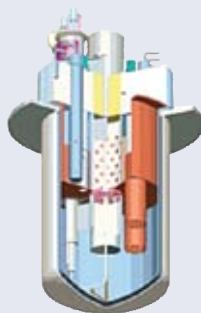
De Chinese and Belgische premiers, Wen Jiabao en Yves Leterme waren aanwezig bij het ondertekenen van de basisovereenkomst. De overeenkomst betreft het bouwen van een fabriek die MOX (Mixed OXide nuclear fuel) gaat produceren voor Chinese reactoren. De Belgische partners Belgonucleaire, SCK-CEN en Tractebel gaven te kennen dat een aanvullende commerciële overeenkomst voor de overdracht van technologie en technische ondersteuning spoedig zal volgen. China National Nuclear Corporation (CNNC) gaat de fabriek bouwen met steun van de Belgische bedrijven en organisaties.

België heeft veel ervaring als ontwikkelaar van de brandstof MOX en het gebruik daarvan sinds het begin van de 60-er jaren van de vorige eeuw. Belgonucleaire produceerde in haar bedrijf in Dessel jaarlijks 35 ton in de periode van 1986 tot 2006. Belgische kerncentrales gebruiken MOX sinds 1995.

China heeft plannen voor ongeveer 200 grote reactoren in de komende 20 jaar. Het land wil de import van het benodigde uranium beperken en de kernbrandstofcyclus 'sluiten' door het opwerken van gebruikte brandstof. Het voordeel hiervan is dat het nog niet verspleten uranium en het ontstane plutonium opnieuw kan worden ingezet als reactorbrandstof (MOX). Opwerken heeft daarnaast nog het voordeel dat

het volume van het hoogradioactieve afval sterk wordt vermindert.

In 2006 opende China al een fabriek waarmee 50 ton gebruikte brandstof per jaar verwerkt kon worden. In het jaar daarna tekende China een overeenkomst met het Franse Areva om de mogelijkheid te onderzoeken van het bouwen van een nieuwe fabriek, te exploiteren door Areva. Deze fabriek wordt in de provincie Gansu gepland. Er kan daar dan met de Franse technologie 800 ton per jaar worden verwerkt.



China en Myrrha

Wen Jaibao en Yves Leterme waren ook aanwezig bij het tekenen van een 'Memorandum of Understanding' voor samenwerking bij nucleair onderzoek door

het Belgische SCK-CEN en de Chinese Academy of Sciences. De samenwerking is vooral gericht op het Myrrha project. "China ziet Myrrha als een researchinfrastructuur voor het realiseren van een oplossing voor het behandelen van kernafval", aldus een gezamenlijke verklaring in de overeenkomst.

Myrrha is een subkritische installatie die middels gebruik van extern versnelde neutronen perioden van kritikaliteit



Minister Verhagen en burgemeester Gelok (Links en midden op de foto)

Minister Verhagen bezocht Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA)

Minister Verhagen van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I) bracht op maandag 22 november een werkbezoek aan de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) op het industrieterrein Vlissingen-Oost. De minister kreeg daar onder meer een presentatie over radioactiviteit en de wijze van afvalopslag door COVRA en een rondleiding door het Hoogactief Afval Behandelings- en OpslagGebouw (HABOG).

De minister sloot zijn bezoek af met een gesprek met burgemeester Jaap Gelok van Borsele.



kan bereiken in een reactorkern met laagverrijkt uranium. Naast het kunnen produceren van radio-isotopen is Myrrha gericht op het doen van onderzoek op het gebied van transmutatie. Dit is een techniek waarbij langlevende isotopen middels het invangen van neutronen worden omgezet in isotopen die in korte tijd vervallen tot andere, stabiele isotopen. Als transmutatie op industriële schaal succesvol is, kan de permanente

eindberging van radioactief afval zeer sterk worden vereenvoudigd.

Eerder dit jaar gaf de Belgische regering groen licht voor de voortgang van de bouw van de ondergrondse berging van SCK-CEN in Mol. België draagt 40% bij aan de € 960 miljoen die nodig is voor het project. SCK-CEN onderzoekt mogelijkheden voor het opzetten van een internationaal consortium om de rest van de financiering zeker te

stellen. De planning is dat Myrrha in 2023 operationeel zal zijn. Ondertussen is in maart 2010 een model met gereduceerd vermogen (Guinevere) in bedrijf gekomen in Mol.

(WNN)

Voor meer informatie over MYRRHA en Transmutatie zie KernVisie jaargang 5 nr 2 van april 2010)



COVRA ontvangt belangrijke communicatieprijs

COVRA (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval) kreeg dinsdag van de Italiaanse stichting Pimby (Please In My BackYard) een onderscheiding voor haar communicatiebeleid. De wijze waarop COVRA communiceert over radioactief afval is uniek in de wereld. Communicatie en transparantie waren vanaf de bouw van de COVRA locatie in Zeeland speerpunten en vormen nog steeds een integraal onderdeel van de bedrijfsvoering. Vernieuwend is dat COVRA kunst gebruikt voor communicatie over radioactief afval.

Zo worden collecties van Zeeuwse musea tussen het laag-radioactieve afval opgeslagen en is het gebouw voor hoogradioactief afval ook het grootste kunstwerk van Nederland. Op deze manier worden mensen uitgenodigd zelf een kijkje in de opslag- en verwerkingsgebouwen te nemen en kan op een positieve wijze worden gesproken wat het beheer van radioactief afval inhoudt. In het buitenland is het communicatiebeleid van COVRA niet onopgemerkt gebleven. De Italiaanse stichting Pimby

ziet de wijze waarop COVRA de opslag van radioactief afval maatschappelijk bespreekbaar maakt als voorbeeld voor Italië. COVRA krijgt daarom de Eervolle Vermelding PIMBY 2010. De stichting reikt jaarlijks prijzen uit aan organisaties die een dialoog aangaan met burgers bij grote infrastructurele projecten. De jury gaf aan onder de indruk te zijn van de wijze waarop COVRA het radioactief afval op een constructieve wijze onder de aandacht brengt en dat bij COVRA met radioactief afval wordt omgegaan 'als ware het kunst'. Bijkomende factor is dat dit onderwerp momenteel in Italië, waar de regering anderhalf jaar geleden heeft besloten nieuwe kerncentrales te gaan bouwen, zeer actueel is.

Covra-directeur Hans Codée nam de onderscheiding op 16 november in Rome in ontvangst in aanwezigheid van de Italiaanse ministers van Milieu, Werkgelegenheid en Regiorelaties. Er waren 17 kandidaat-projecten waaruit 4 prijswinnaars werden gekozen. Alle 17 kandidaten (veelal gemeentes en andere overheidsinstellingen) zijn Italiaans. COVRA is de enige buitenlandse organisatie die een eervolle vermelding kreeg. De andere eervolle vermeldingen gingen naar een nieuw museum voor hedendaagse kunst in Rome (MAXXI), de treinverbinding Turijn-Lyon en een radioprogramma dat de discussie over genetisch gemodificeerd voedsel bespreekbaar maakt.

Unieke minors nucleaire technologie in Zeeland

Nucleaire technici van de toekomst nú opleiden

Zeeland heeft een primeur: een hbo- en mbo-minor nucleaire technologie. Een initiatief dat gestuurd is vanuit de industrie en inhaakt op de verwachte vraag naar technici vanwege de ontwikkelingen op het gebied van kernenergie en de bredere toepassing van nucleaire technologie. Dit studiejaar is de mbo-minor van start gegaan. Vijftien mbo-studenten verdiepen zich vanaf september een half jaar lang in deze materie bij het ROC Zeeland. In februari volgen nog eens circa 30 deelnemers van het ROC Westerschelde. Hbo-studenten uit heel Nederland kunnen zich nu al inschrijven voor de minor nucleaire technologie op hbo-niveau. Deze start in februari 2011 aan de Hogeschool Zeeland in Vlissingen. Na een half jaar ronden de studenten de minor af. Ze hebben dan ook een erkend certificaat Stralingshygiëne dat deuren opent voor de arbeidsmarkt.

Niet alleen in de schoolbanken

Wie werkt in een omgeving waar nucleaire technologie wordt gebruikt, krijgt te maken met radioactieve stoffen en straling. Het veilig hiermee omgaan vereist speciale kennis en vaardigheden. De studenten volgen daarom diverse (gast)lessen over kernfysica, radioactiviteit en straling, veiligheid en nucleaire techniek. Maar ze blijven niet alleen in de schoolbanken. Naast de noodzakelijke theorie is het programma zeer praktisch opgezet. Zo moet de opgedane kennis tijdens een stage van vier weken in de praktijk worden gebracht en worden er diverse bedrijfsbezoeken afgelegd, bijvoorbeeld aan het Reactor Instituut Delft. Hbo-studenten kunnen na afronding van hun studie met de hbo-minor doorstromen naar de Technische Universiteit in Delft.

Samenwerking bedrijven en onderwijs

Het onderwijsprogramma van de minors is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met de bedrijven COVRA, Delta en EPZ en past naadloos in de programma's van de reguliere opleidingen. Bedrijven die werken met nucleaire technologie, van ziekenhuis

tot kerncentrale, hebben instroom nodig van allerlei soorten technici. Die technici hebben één ding gemeen: ze moeten weten wat het betekent om in een nucleaire omgeving te werken. Die specialisatie ontbrak in de reguliere opleidingen voor mbo- en hbo-studenten. Dick Schipper van Technocentrum Zeeland: "Er is lang over gepraat. Technocentrum Zeeland heeft het projectvoorstel geschreven en dit is gehonoreerd. Er kwam overheidsgeld beschikbaar dat verdubbeld is door de partners. Die hebben vanaf dat moment allemaal een ongelofelijke motivatie aan de dag gelegd om in één jaar deze kansrijke specialisaties vorm te geven."

Waarom deze minor?

In en buiten Zeeland neemt de werkgelegenheid voor nucleaire technici de komende jaren alleen maar toe. Enerzijds door een 'pensioengolf', anderzijds door de fors toegenomen toepassingen van nucleaire technologie. De 'branche' met bedrijven die werken met nucleaire technologie is veel breder dan alleen de kerncentrale of de opslag voor radioactief afval. Directeur Jos Bongers van EPZ zegt hierover:



MBO- EN HBO-MINOR NUCLEAIRE TECHNOLOGIE

WWW.NU-TECHNOLOGIE.NL

"EPZ en onze collega-bedrijven in de branche moeten nu zélf hun medewerkers opleiden in nucleaire technologie, nadat ze deze eerst in dienst hebben genomen. De technische universiteiten dekken weliswaar de vraag naar wetenschappelijk opgeleid personeel af, maar dit type onderwijs op mbo- en hbo-niveau was er nog niet. Het onderwijs in Zeeland heeft ingespeeld op deze niche, mede op verzoek van ons bedrijf, maar ook radioactief afvalbeheerder COVRA en energiebedrijf DELTA hebben zich hier hard voor gemaakt. Logisch, want wij hebben daar als branche ook alle belang bij. Het is voor het eerst dat een module nucleaire technologie wordt onderwezen in een regulier onderwijstraject op zowel mbo- als hbo-niveau. In Engeland bestaat een enigszins vergelijkbare variant van de hbo-specialisatie, maar de mbo-minor is denk ik uniek in Europa. Met deze specialistische minors kan het Zeeuwse onderwijs de vraag van de nucleaire sector naar kwalitatief goed opgeleide medewerkers beantwoorden."



Studiereis naar Tsjernobyl

“Het is bijna 25 jaar geleden dat in Tsjernobyl, Oekraïne, kernreactor nr. 4 explodeerde en de grootste nucleaire ramp uit de geschiedenis veroorzaakte. Een ramp die veel invloed heeft gehad op het beeld dat kernenergie bij mensen oproept, maar die ook heeft aangetoond dat veiligheid boven alles moet gaan in de nucleaire industrie.” Aldus de aankondiging van de Dutch Young Generation (DYG) van april jl. Zij organiseerden, mede gesteund door de NNS, een excursie naar Tsjernobyl!

Tien DYG-leden en tien leden van Belgische zusterorganisatie BNS YG vertrokken op 7 oktober naar Kiev, om van daaruit de meest beruchte kerncentrale ter wereld met eigen ogen te gaan bekijken. Nederland was vertegenwoordigd vanuit URENCO, ET-NL, NRG, EPZ, Min. van Defensie en de TU Delft.

Het complete verslag van deze studiereis is te vinden op de website van Kernvisie: www.kernvisie.com

Vervolg blad 5.

Gezocht: studenten met een technische achtergrond

De beide ROC's in Zeeland en Hogeschool Zeeland onderscheiden zich met deze unieke minor, die wellicht ook interessant is voor Belgische studenten. “Wij richten ons met name op studenten van de richtingen elektrotechniek, werktuigbouwkunde, procestechniek, maritiem officier en chemie.

Maar de minor is eigenlijk interessant voor elke student met een bèta achtergrond die graag wordt uitgedaagd door hoogwaardig werk met een grote praktijk- en creativiteitcomponent, goede doorgroeimogelijkheden en dito verdiensten,” aldus Peter van der Heide,



Yorick Vos, oud-student Hogeschool Zeeland, nu werknemer EPZ

projectcoördinator nucleaire technologie van de Hogeschool Zeeland.

De reacties van de in september gestarte mbo-studenten zijn in ieder geval enthousiast. Zij begonnen hun schooljaar direct al met een gastles en rondleiding in de kerncentrale van EPZ.

De minors met onderwijsprogramma's om op te leiden voor een functie in de nucleaire sector zijn van start gegaan na een jaar intensief samenwerken tussen Hogeschool Zeeland, ROC Westerschelde, ROC Zeeland, COVRA, DELTA en EPZ, ondersteund door Economische Impuls Zeeland en Technocentrum Zeeland. Meer informatie is te vinden op www.nu-technologie.nl.

EDF Energy benoemt Lloyd's Register Apave als Britse toezichthouder

Lloyd's Register Apave is door EDF Energy aangewezen als haar onafhankelijke Inspection Agency (ITPIA) voor de nieuw te bouwen kerncentrales in het Verenigd Koninkrijk.

EDF Energy is in het Verenigd Koninkrijk verplicht een onafhankelijke instantie aan te wijzen voor het uitvoeren van conformiteitsbeoordelingen voor ontwerp, fabricage, onderzoek,

testen en de uiteindelijke verificatie en assemblage van de drukkoudende apparatuur van het primair systeem en het secundaire systeem. De nieuw opgerichte joint-venture

tussen het Britse Lloyd's Register en het Franse Apave gaat deze taken op zich nemen.

EDF Energy wil samen met Centrica, haar investeringspartner, vier Areva EPR-reactoren gaan bouwen. Twee voor Hinkley Point en twee voor Sizewell. Het bedrijf verwacht dat de eerste eenheid in 2018 op Hinkley Point C in bedrijf genomen kan worden.

Alan Cumming, directeur-acquisitie van EDF Energy Nuclear Newbuild, zei: "In dit project gaan we veel zaken voor de eerste keer doen. Zonder een stevige basis voor veiligheid en kwaliteit zal geen

enkel project succesvol kunnen zijn." Hij voegde eraan toe: "We zijn verheugd om samen te werken met Lloyd's Register Apave. De onafhankelijke inspectiediensten die zij aanbieden zullen ons enorm helpen bij het managen van het project. Controle door onafhankelijke derden helpt ons te kunnen garanderen dat het project wordt afgeleverd zoals wij dat als toekomstige vergunninghouder eisen en zoals de toezichhouders verwachten."

De waarde van het contract is niet bekend gemaakt. Echter, Lloyd's Register zei: "De deal is één van de grootste contracten in de 250-jarige

geschiedenis van de Lloyd's Register Group."

Richard Sadler, CEO van Lloyd's Register: "Dit is een hoogst belangrijk contract voor ons, het helpt ons om ons publieke mandaat in te vullen en het versterkt onze positie in de Britse nucleaire industrie."

Lloyd's Register is betrokken geweest bij meer dan 85 nucleaire projecten over de hele wereld en was de ITPIA voor de Sizewell B-centrale.

(Redactie: het vroegere Stoomwezen maakt deel uit van de Lloyds Register Group)



Forsmark Nuclear Power Plant

Kernenergie is in Zweden concurrerend

Kernenergie is de goedkoopste optie voor het produceren van elektrische energie in Zweden. Dit blijkt uit een studie van PricewaterhouseCoopers voor de Zweedse industriële grootverbruikers van elektriciteit.

SKGS, die in Zweden vertegenwoordigd is in bosbouw, chemische-, mijnbouw- en staalproductieindustrie, vroeg PricewaterhouseCoopers een indicatieve raming te maken van de investeringskosten in kernenergie, waterkracht en windenergie. Dit als een alternatief voor fossiel gestookte centrales. De berekeningen zijn gemaakt exclusief belastingen, kortingen en subsidies. Voor

kernenergie zijn de kosten van ontmanteling en afvalbeheer opgenomen in de berekeningen.

Het rapport toont aan dat wanneer belastingen, heffingen en bijdragen worden uitgesloten, zowel kernenergie als waterkracht kosteneffectiever zijn dan investeringen in windenergie. Windenergie is ongeveer 65% duurder dan waterkracht en ongeveer 50% duurder dan kernenergie.

Kenneth Eriksson, voorzitter van SKGS, merkte verder op: "De studie toont aan dat windenergie, met de huidige elektriciteitsprijzen, te sterk afhankelijk is van hoge subsidies om concurrerend te zijn. Verder is het vrijwel onmogelijk om nieuwe waterkrachtcentrales te bouwen vanwege de bestaande milieuwetten en plaatselijke verzet. Kerncentrales zijn een milieuvriendelijk alternatief".

"De aanpak van de basis-industrie met betrekking tot energievraagstukken is erop gericht om banen en groei in Zweden te behouden. Er is behoefte aan koolstof-arme en marktconform geprijsde elektriciteit, ongeacht waar het vandaan komt. In het debat over de toekomstige concurrerende energievoorziening is dit nogal eens onduidelijk. Voor de basisindustrie, is het belangrijk om te onderzoeken welke vorm van energieopwekking in de toekomst toelaatbaar en betaalbaar is."

In februari 2009, besloot de Zweedse regering van liberalen en conservatieven dat nieuwe reactoren gebouwd mogen worden, maar slechts als vervanging voor eenheden die gesloten worden en alleen op de bestaande nucleaire sites.

(WNN)



Kleine kerncentrales

De belangstelling voor kleine en eenvoudige nucleaire eenheden voor de opwekking van elektriciteit en voor proceswarmte neemt toe. Deze hernieuwde interesse voor kleine kernreactoren wordt ingegeven door zowel het verlagen van de investeringen als wel het kunnen opwekken van stroom onafhankelijk van grote elektriciteitsnetten.

De toegepaste technologieën zijn zeer divers en kenmerken zich veelal door een hogere verrijkingsgraad van de splijtstof en langere periodes tussen de splijtstofwisselingen. Praktisch alle grote bouwers van kerncentrales hebben ontwerpen in ontwikkeling. In onderstaand overzicht geven we een (niet volledig) overzicht.

Vanaf het begin van de toepassing van kernenergie in de jaren 50 van de vorige eeuw is de grootte van de kerncentrales gegroeid van 60 MWe tot de huidige 1600 MWe. Deze ontwikkeling is vooral door verwachte schaalvoordelen ingezet.

Maar er zijn in deze periode ook vele honderden kleinere kernreactoren gebouwd. Zij dienden voor de aandrijving van ijsbrekers en onderzeeërs (tot 190 MWth). Maar ook voor onderzoek en medische toepassingen. Er is zodoende een enorme expertise ontstaan in het ontwerp, het bouwen en het bedienen van deze kleine eenheden. Het Internationaal Agentschap voor

Atoomenergie (IAEA) definieert 'kleine reactoren' als reactoren met minder dan 300 MWe. In het algemeen wordt 500 MWe aangeduid als de bovengrens voor 'kleine reactoren'.

De tendens in de richting van kleine reactoren ontstaat enerzijds vanwege de lagere investeringen en anderzijds door de mogelijkheid deze kleine eenheden aan te sluiten op elektriciteitsnetten met een kleine capaciteit of ze te bedrijven als zelfstandige eenheid. Ze zijn geschikt om op afgelegen gebieden elektriciteit en warmte op te wekken. Omvangrijke voorzieningen om op zulke locaties (fossiele) brandstof aan te voeren ontbreken of zijn daar niet of nauwelijks te realiseren.

Kleine reactoren worden als zelfstandige eenheid gebouwd of als module. Door het samenvoegen van modules kan de capaciteit stapsgewijs vergroot worden. Het ontwerp van moderne kleine reactoren is relatief eenvoudig en robuust. Zij hebben het voordeel dat zij

geschikt zijn voor seriematige productie in een fabriek en kunnen relatief eenvoudig getransporteerd worden. Bovendien zijn de kosten voor de inrichting van de vestigingsplaats lager. Veel ontwerpen voldoen aan de hoogste veiligheidseisen (passieve en/of inherente veiligheid). Het IAEA concludeerde dat er in 2030 wereldwijd zo'n 43 tot 96 eenheden in bedrijf kunnen zijn. Deze uitspraak is gedaan in het kader van het 'Innovative Nuclear Power Reactors & Fuel Cycle programma. (INPO).'

Het op dit moment meest geavanceerde modulaire project wordt uitgevoerd in China, waar Chinergy zich voorbereid om Hoge Temperatuur Reactoren (HTR) te bouwen met vermogens van 210 MWe.

Een Amerikaanse groep onder leiding van General Atomics ontwikkelt een ander ontwerp, de Gasturbine Modular Helium Reactor (GT-MHR) met een vermogen van 600 MWth (285 MWe). Deze reactoren worden gekoeld met helium dat vervolgens rechtstreeks de gasturbine aandrijft. Het zijn ontwikkelingen op basis van een aantal innovatieve reactoren uit de jaren 1960 en 1970.

Een andere belangrijke tendens is de ontwikkeling van zeer kleine 'snelle' reactoren (minder dan 50 MWe). Sommige zijn speciaal ontworpen voor gebieden ver van elektriciteitsnetten.



Rusland

In een uithoek van Siberië, bij Bilibino, zijn vier kleine eenheden operationeel. Deze vier 62 MWth eenheden zijn grafietgemodereerde kokendwaterreactoren. Iedere eenheid produceert stoom voor stadsverwarming en 11 MW elektriciteit. Sinds 1976 zijn deze eenheden in bedrijf. De

bedrijfsresultaten zijn goed en de kostprijs van warmte en elektriciteit is lager dan die opgewekt met fossiele brandstoffen.

De KLT-40S van OKBM Afrikantov is een reactor die zich heeft bewezen in ijsbrekers. Deze reactoren zijn geschikt voor grootschalig gebruik in ontziltingsinstallaties en om op

een schip te plaatsen voor de stroomvoorzorging in afgelegen gebieden. Het thermisch vermogen is 150 MWth, de eenheid produceert 35 MWe elektrische energie, alsmede warmte voor ontzilting of stadsverwarming. Het ontwerp voorziet in splijtstofwisseling om de 3-4 jaar en splijtstofopslag aan boord. Aan het einde van een 12-jarige cyclus

wordt de installatie verscheept met een speciaal transportvaartuig om naar een centrale voorziening voor revisie en opslag van gebruikte brandstof gebracht te worden. Op dit transportvaartuig kunnen twee reactoren vervoerd worden. Brandstof is uranium/aluminium/silicium verrijkt tot 20%.

Met de bouw van de eerste drijvende kerncentrale, de "Akademik Lomonosov", is in 2007 begonnen. De inbedrijfstelling is gepland voor 2011. De locatie van de drijvende kerncentrale zal in de buurt van Viljoetsjinsk zijn. Opmerkelijk is dat grotere eenheden (schaalgrootte!) in ontwikkeling zijn.

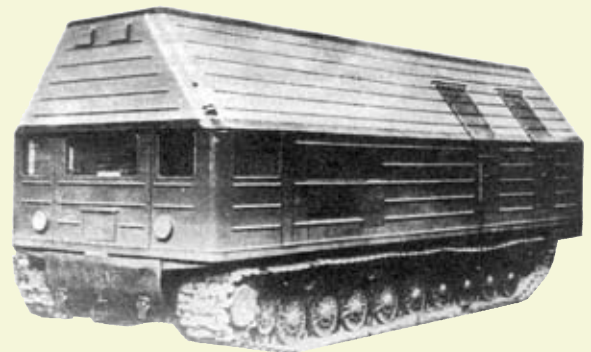
De VK-300 kokendwaterreactor wordt speciaal ontwikkeld voor

warmtekrachtkoppeling. Er zal 150 MW elektriciteit mee opgewekt worden plus 465 MW warmte voor stadsverwarming, maar met die warmte kan ook een ontziltingsinstallatie worden bedreven. De installatie wordt door het NA Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (NIKIET) ontwikkeld. Het ontwerp maakt gebruik van standaard componenten. De splijtstofelementen zijn vergelijkbaar met die van de VVER's. Koeling is passief, door convectie. Alle overige veiligheidssystemen zijn ook passief. De installatie kan tot 250 MWe produceren als het alleen om elektriciteit gaat. In september 2007 werd bekend dat er zes zouden worden gebouwd, op Kola en bij Primorskaya in het Verre Oosten.

Inbedrijfstelling is gepland van 2017 tot 2020.

Weinigen weten dat Russische ingenieurs destijds mobiele kerncentrales hebben gebouwd. Deze mobiele kerncentrales zijn met succes gebruikt in afgelegen delen van Rusland.

Er waren twee basismodellen – één op rupsbanden en één op wielen.



Argentinië

De CAREM reactor is in ontwikkeling door INVAP in Argentinië, onder contract bij de Argentijnse Nationale Commissie voor Atoomenergie (CNEA). Het is een modulaire 100 MWth (27 MWe) drukwaterreactor met integrale

stoomgeneratoren. Het ontwerp is bedoeld om te worden gebruikt voor de opwekking van elektriciteit, als onderzoek reactor of voor het ontzilten van water. CAREM heeft haar gehele primaire koelwatersysteem in het reactordrukvat. Brandstof is standaard 4,3% verrijkt PWR-splijtstof, met

slijtbaar vergif. Het is een volwassen model dat binnen een decennium beschikbaar kan zijn. Het kan worden opgeschaald naar 300 MWe of zelfs meer. Een prototype wordt gebouwd in de noordwestelijke provincie Formosa.



Zuid Korea

Zuid-Korea ontwikkelt de SMART (Systeem-geïntegreerde Modulaire Advanced Reactor). Het is een

330 MWth drukwaterreactor met geïntegreerde stoomgeneratoren en geavanceerde veiligheidsvoorzieningen. Het is ontworpen door de Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI) voor

het opwekken van elektriciteit (tot 100 MWe) en/of thermische toepassingen zoals ontzilting van zee-water. Ontwerplevensduur is 60 jaar met splijtstofwisseling om de drie jaar.



Japan

De Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI) ontwierp de MRX, een kleine (50-300 MWth) PWR reactor voor de voortstuwing van

scheppen of lokale energievoorziening (30 MWe). De gehele installatie kan in de fabriek gebouwd worden. De splijtstof is conventionele 4,3% verrijkt uranium. Splijtstofwisseling is om

de 3,5-jaar. Het heeft een met water gevulde containment om de veiligheid te vergroten.



Frankrijk

Technicatome (Areva TA) in Frankrijk heeft de NP-300 PWR in ontwikkeling. Deze reactor is afgeleid

van de centrales voor onderzeeërs en is gericht op exportmarkten. De reactor is geschikt voor het leveren van stroom, warmte en het ontzilten van zeewater.

Réacteur d'essais à terre (RES) is een in aanbouw zijnde testreactor in Cadarache.



China

De Chinese NHR-200 (Nuclear Reactor Verwarming), ontwikkeld door het Universitair Instituut voor Nucleaire Energie Technologie (nu

het Instituut voor Kern-en Nieuwe Energie Technologie) in Tsingua, is een eenvoudig 200 MWth integraal PWR-ontwerp voor stadsverwarming of ontzilting. Gebruikte splijstof wordt

opgeslagen rond de kern in het drukvat. De Chinese regering heeft toestemming gegeven om hiermee op het schiereiland Shandong een ontziltingsinstallatie te bouwen.



Engeland

Medio-2009 kondigde Babcock & Wilcox (B&W) aan te komen met het ontwerp van de B&W Mpower reactor, een 125 MWe PWR. Deze eenheid is een modulair ontwerp dat in een fabriek gebouwd kan worden

om vervolgens naar de vestigingsplaats te worden getransporteerd. Het reactordrukvat met kern van 2x2 meter en stoomgenerator, meet slechts 3,6 meter in diameter en 22 meter hoog. Het gehele toestel is 4,5 m in diameter en 23 m hoog. Het kan onder

de grond worden geïnstalleerd. Het beschikt over een luchtgekoelde condensor. Het levert 31% thermisch rendement en bezit passieve veiligheidssystemen.



Verenigde Staten

Op Antarctica is gedurende periode 1962-1972 een kleine Amerikaanse reactor van 11,5 MWth en 1,5MWe operationeel geweest. Deze heeft in totaal 78 miljoen kWh geproduceerd.

IRIS van Westinghouse (300-100MWe) is een modulaire drukwaterreactor met een geïntegreerd primair koelwatersysteem en circulatie door convectie. Verrijking is 5% met slijtbaar gif en splijstofwisseling om de vier jaar. De aanvraag voor Amerikaanse design-certificering is in behandeling.

De NuScale multi-applicatie is een kleine PWR met een vermogen van 160 MWth of 45 MWe. De module zou vergelijkbaar zijn met de IRIS, maar heeft natuurlijke



NuScale

circulatie. Het reactorvat heeft een diameter van 3 meter en convectie koeling. De enige bewegende delen zijn de regelstaven. De installatie wordt in een met water gevuld reservoir met een diameter van 4,3 m geïnstalleerd. De installatie is 18 meter hoog en weegt 450 ton. Een bovenloopkraan kan een module uit het 'zwembad' hijsen voor splijstofwisseling.

Een aanvraag voor de Amerikaanse design-certificering is in 2012 te verwachten. Het bedrijf schat in dat de investering voor een eenheid met 12-modules (540 MWe) ongeveer \$ 4000 per kilowatt zal kosten

Hoge temperatuur gasgekoelde reactoren

Voortbouwend op de ervaring van een aantal innovatieve reactoren gebouwd in de jaren 1960 en 1970

zijn er nieuwe 'hoge temperatuur gasgekoelde reactoren' (HTR) ontwikkeld die in staat zullen zijn tot het leveren van helium bij hoge temperaturen (omstreeks 1000 °C) waarmee middels een Braytongasturbine elektriciteit kan worden opgewekt met bijna 50% thermisch rendement (het rendement stijgt elke 50 °C met ongeveer 1,5%). Maar er kan ook gewoon stoom mee worden geproduceerd voor industriële toepassing.

Drie HTR ontwerpen, PBMR, GT-MHR en Antares, zijn kanshebbers

voor het Next Generation Nuclear Plant (NGNP) Project in de VS.

Het PBMR-ontwerp is inmiddels voorgelegd aan het Amerikaanse Next Generation Nuclear Plant Project. Indiening van een aanvraag voor ontwerpcertificatie is in het stadium van de pre-aanvraag.

(Redactie: PBMR ontwikkeling in Zuid-Afrika is wegens gebrek aan fondsen gestopt)

In februari van dit jaar kondigde General Atomics het ontwerp van de EM reactor

aan. Het Multiplier Module (EM2) ontwerp is een 500 MWth, 240 MWe helium gekoelde fast-neutron HTR werkend bij 850 °C. Het reactorvat kan per spoor of truck getransporteerd worden. De installatie ondergronds. Het bedrijf verwacht een 12-jarige periode voor ontwikkeling en vergunningverlening.



Artist impression van transport EM2

Kernvisie bracht in november een bezoek aan Areva Lingen in Duitsland

Het in Lingen, Duitsland gevestigde bedrijf van Areva, ANF (Advanced Nuclear Fuels) produceert brandstofelementen voor kernreactoren. Het gaat om twee verschillende hoofdtypen: voor kokendwaterreactoren en voor drukwaterreactoren. Beide typen worden geconstrueerd op basis van de eisen die de verschillende reactoren waarvoor ze gebruikt gaan worden, stellen.

Een brandstofelement is een 'skelet' bestaande uit een gelaste constructie met een aantal brandstofstaven (buizen waarin de eigenlijke brandstof is aangebracht), een aantal buizen voor de regelstaven en een aantal hulpstukken die voor de stevigheid van het 'skelet' zorgen.

Het uranium, ongeveer 4,5% verrijkt, komt de fabriek binnen in de vorm van UF_6 , opgeslagen in grote cilindervormige vaten. Bij kamertemperatuur is het UF_6 vast, kristallijn. Middels verwarming gaat het UF_6 over in de gasfase en kan men het uit de cilinder laten stromen waarna het chemisch wordt omgezet in UO_2 in de vorm van een poeder. Daarbij ontstaat

HF, dat als een zeer zuiver zuur aan de industrie wordt verkocht.

Vervolgens wordt het verkregen UO_2 -poeder onder hoge druk tot tabletten geperst en daarna gesinterd. Het aldus verkregen product wordt glad geslepen en is dan gereed om in de splijfstofstaven aangebracht te worden

Het afsluiten van de brandstofstaven geschiedt door het aanbrengen van 'pluggen' aan de beide uiteinden door middel van lassen. Dat kwaliteit van dat laswerk is buitengewoon essentieel voor het veilig functioneren van kernreactoren. Het bedrijf is er buitengewoon trots op dat hun laswerk nog nooit aanleiding is geweest tot een storing bij het functioneren van een kernreactor.



Twee brandstofelementen (foto ANF)

Brandstofstaven zijn gevuld met helium onder een lichte overdruk. Dat helium speelt een rol bij het gebruik van de staven in de reactoren. Maar het biedt vanwege de overdruk ook de mogelijkheid de dichtheid van de afsluitingen te controleren bij de vervaardiging.



De plaats van de brandstofstaven en waar de buizen voor de regelstaven in het skelet zijn aangebracht, wordt van tevoren zorgvuldig bepaald op basis van het type reactor.

De groep bezoekers namens Kernvisie telde 19 personen. Het bedrijf mag geen grotere groepen dan 20 personen ontvangen. Omdat er meer belangstelling was voor dit bedrijfsbezoek zal er op 23 maart

aanstaande een tweede groep van Kernvisie naar Lingen afreizen. In die groep is nog plaats voor enkele personen.

Kernvisie is blij met de open en professionele wijze waarop onze groep bezoekers werd ontvangen en rondgeleid. Daarvoor zeggen wij het bedrijf hartelijk dank.

Bestuur Stichting Kernvisie

Interessante Websites

- De website van Kernvisie **www.kernvisie.com**
- Gezamenlijke website van Netherlands Nuclear Society, Dutch Young Generation en Kivi Niria afd. Kerntechniek: **www.kerntechniek.nl**
- Gezamenlijke website van Nucleair Nederland: **www.nucleairnederland.nl**.
In deze site participeren COVRA, EPZ, NRG, RID/TU Delft en URENCO.
- Website voor de ontwikkelingen bij Pallas: **www.pallasreactor.eu**
- Websites TU Delft: **www.rid.tudelft.nl** en **www.rrr.tudelft.nl**
- Website van het Belgische Studiecentrum voor Kernenergie **www.sck.cen.be**
- Website van NRG: **www.nrg.eu/publieksinfo**
- Website van het Amerikaanse Department of Energy (DOE): **www.ocrwm.doe.gov**
- Over kernenergie en nucleaire techniek, één adres voor alle vragen: **www.kernenergie.nl**
- Website van de kerncentrale Borssele: **www.epz.nl**
- Environmentalists for Nuclear Power: **www.ecolo.org**
- Engeland: **www.sone.org.uk**

Colofon

Jaargang 5, nummer 06
December 2010

KernVisie verschijnt 2- maandelijks

Oplage 2200 ex

Grafische realisatie

De OntwerpStek.nl, Den Helder

Bestuur van de Stichting Kernvisie

Prof. ir. R.W.J. Kouffeld, *voorzitter*
Ir. G.H. Boersma, *secretaris*
Ir. E.W. Schuur, *penningmeester*
Ir. G.L. Dowling
Ir. A.M. Versteegh
Ir. J.C.L. van Cappelle

Bankrekening 6851370,
tnv Kernvisie, Foundation for Nuclear
Energy te Zwijndrecht.

Redactie KernVisie

Ir. G.H. Boersma
Ir. P.J. van der Hulst
Ir. B.J. Visser

Redactie adres

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

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.

Wilt u zich aanmelden als begunstiger Stichting Kernvisie?

Geeft u dan s.v.p. uw gegevens zoals hieronder gevraagd per e-mail of post door aan:
Stichting Kernvisie, p/a Notarisappel 37, 6662 JN Elst,
Telefoon: 0481-841156, E-mail: kernvisie@kernvisie.com, Website: www.kernvisie.com

Naam en voorletters:

Titel:

Beroep/functie:

Woonadres:

Postcode: Woonplaats:

Telefoonnummer:

E-mail adres:

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