Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

*Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie*

**De Laka-bibliotheek**

Dit is een pdf van één van de publicaties in de bibliotheek van Stichting Laka, het in Amsterdam gevestigde documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie.

Laka heeft een bibliotheek met ongeveer 8000 boeken (waarvan een gedeelte dus ook als pdf), duizenden kranten- en tijdschriften-artikelen, honderden tijdschriftentitels, posters, video's en ander beeldmateriaal. Laka digitaliseert (oude) tijdschriften en boeken uit de internationale antikernenergie-beweging.

De catalogus van de Laka-bibliotheek staat op onze site. De collectie bevat een grote verzameling gedigitaliseerde tijdschriften uit de Nederlandse antikernenergie-beweging en een verzameling video's.

Laka speelt met oa. haar informatie-voorziening een belangrijke rol in de Nederlandse anti-kernenergiebeweging.

**The Laka-library**

This is a PDF from one of the publications from the library of the Laka Foundation; the Amsterdam-based documentation and research centre on nuclear energy.

The Laka library consists of about 8,000 books (of which a part is available as PDF), thousands of newspaper clippings, hundreds of magazines, posters, video's and other material.
Laka digitizes books and magazines from the international movement against nuclear power.

The catalogue of the Laka-library can be found at our website. The collection also contains a large number of digitized magazines from the Dutch anti-nuclear power movement and a video-section.

Laka plays with, amongst others things, its information services, an important role in the Dutch anti-nuclear movement.

Appreciate our work? Feel free to make a small donation. Thank you.

www.laka.org | info@laka.org | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294

B.V. Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland
Waalbandijk 112A, 6669 MG Dodewaard

# Kostenreductie Ontmantelingsplan 2011 KCD als gevolg van innovatie en overige ontwikkelingen

24 maart 2014

Opgesteld door:

[redacted]

## Samenvatting

In 2009 en 2010 is een Ontmantelingsplan voor de kernenergiecentrale Dodewaard (KCD) opgesteld. De Minister van Economische Zaken heeft bij Besluit van 13 september 2011 gesteld dat dit plan genaamd "Ontmantelingsplan 2011 KCD", voldoet aan de eisen die daaraan gesteld zijn in de artikelen 26, 1e en 2e lid van het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen en 3, 1e en 2e lid, van de Regeling buitengebruikstelling en ontmanteling van nucleaire inrichtingen.

Het Ontmantelingsplan 2011 KCD is in de jaren 2009 en 1010 opgesteld door INS Ingenieur-gesellschaft MbH met medewerking van GKN, Belgatom/Tractebel Engineering (de adviseurs van GKN), het (toenmalige) Ministerie van VROM en COVRA. De daarbij gehanteerde parameters zijn tot stand gekomen met inbreng en goedkeuring van alle betrokken partijen en verwoord in de door Belgatom/Tractebel Engineering opgestelde Technical Requisition File.
Als gevolg van innovatie en overige ontwikkelingen, vooral door de in afgelopen jaren in gang gezette ontmanteling van meerdere Amerikaanse en Duitse kernenergiecentrales, is het in 2009 en 2010 opgestelde Ontmantelingsplan voor de kernenergiecentrale Dodewaard, achterhaald. De eerstvolgende (wettelijke) evaluatie van het Ontmantelingsplan 2011 KCD is gepland in 2016. Echter gegeven de snelheid waarin de ontwikkelingen rond ontmanteling van nucleaire installaties plaatsvinden acht GKN het geboden een tussentijds rapport terzake op te stellen.

Dit rapport beschrijft een aantal kosten reducerende maatregelen waardoor het totaal aan kosten voor de ontmanteling van de kernenergiecentrale Dodewaard aanmerkelijk kunnen worden verminderd. De beschreven maatregelen zijn gebaseerd op de actuele praktijk betreffende ontmanteling van kernenergiecentrales in Europa. Een deel van deze maatregelen en technieken zijn thans niet uitvoerbaar omdat zij in strijd zijn met het Nederlandse Beleid op het gebied van de verwerking en opslag van radioactief afval, en de Nederlandse Wet- en Regelgeving . In de landen rondom Nederland zijn dergelijke technieken echter al meerdere malen toegepast. Het verdient aanbeveling om het Nederlandse Beleid en de Wet- en Regelgeving op het gebeid van verwerking en opslag van radioactief afval in lijn te brengen met de Europese ontwikkelingen op dit gebied. De beschreven maatregelen en technieken zullen worden opgenomen in de volgende herziening van het Ontmantelingsplan voor de kernenergiecentrale Dodewaard, thans voorzien te worden opgesteld in 2016.

In het Ontmantelingsplan 2011 KCD zijn de kosten voor ontmanteling en eindberging van radioactief materiaal uit te voeren in de periode vanaf 2045, op basis van het prijspeil 2009/2010 berekend op 10 1 c [redacted] Als gevolg van innovatie en overige ontwikkelingen zouden die kosten thans [redacted] bedragen, een besparing derhalve van [redacted]

## Inhoudsopgave

1. Inleiding....3
2. Verwerking van beton....6
3. Omsmelten van radioactief metaal....9
4. Verwerking van de reactor en grote componenten in één stuk....10
5. Duitse tarieven en uurlonen....12
6. Dubbele shift....13
7. Langere vervalperiode....14
8. Verlenging van de Wachttijd....15
9. De actuele situatie in Duitsland....16
10. Kwantificering....17
11. Conclusies....18
12. Referenties....19

## 1. Inleiding

GKN heeft in 2008 in samenwerking met vertegenwoordigers van het (toenmalige) Ministerie van VROM en van COVRA een Technical Requisition File (hierna: TRF) opgesteld, dat als uitgangspunt diende voor de Ontmantelingskostenberekening van de kernenergiecentrale Dodewaard (hierna: KCD). Dit TRF is formeel goedgekeurd door de directeur COVRA en de secretaris-generaal van het Ministerie van VROM. De resultaten van deze berekeningen zijn vermeld in de rapporten van NIS "Evaluation of Decommissioning of the Dodewaard NPP – New Decommissioning Cost Estimate". De in april 2010 uitgebrachte studie staat bekend onder de naam NIS2009. De bij de opstelling van de studie betrokken vertegenwoordigers van het Ministerie van VROM, COVRA, NIS, Belgatom/ Tractebel Engineering en GKN hebben allen schriftelijk verklaard dat zij akkoord zijn met de resultaten van deze studie.
Het onderdeel Task 1, "Reference scenario - Starting date of decommissioning 2015" vormde de basis voor het door GKN bij de Minister van Economische Zaken & Innovatie ingediende aanvraag goedkeuring Ontmantelingsplan. De Minister heeft deze goedkeuring in september 2011 schriftelijk bevestigd. In 2013 heeft GKN een aanvraag "Goedkeuring Financiële Zekerstelling kosten Ontmanteling van de KCD" (hierna: FZO) ingediend bij de Minister van Economische Zaken en de Minister van Financiën. GKN heeft bij de Aanvraag FZO (in bijlage C.6) aangegeven dat de in de kostencalculaties te verwerken inflatie kan worden gecompenseerd door toepassing van actuele- en innovatieve technieken bij de ontmanteling van de KCD. Tijdens overleg terzake met vertegenwoordigers van de Ministeries van EZ en FIN is GKN verzocht het GKN standpunt nader te onderbouwen.

In de NIS2009 studie zijn de uitgangspunten gehanteerd zoals vastgelegd in het TRF. Ten tijde van het opstellen van dit TRF benaderden de parameters de "best practices" zoals deze wereldwijd werden toegepast. Deze waren tevens in lijn, of konden in lijn worden gebracht met het Nederlandse Beleid in zake verwerking en opslag van radioactief afval. Een voorbeeld hiervan is het toepassen van Duitse afvalverpakkingen.
Inmiddels is het vijf jaar geleden dat het TRF is opgesteld en is er meer wereldwijde ervaring met de ontmanteling van nucleaire installaties opgedaan.
In voorliggend rapport worden een aantal van deze nieuwe inzichten en wereldwijde ontwikkelingen nader beschreven, inclusief hun kostenimpact.

Een aantal van deze inzichten waren al bekend bij het opstellen van het TRF in 2009. Zo is het niet volledig demonteren, maar als één stuk verwerken van grote componenten al door GKN in 2009 voorgesteld tijdens de derde voorbespreking van het TRF. Het opslaan van componenten in één stuk en het niet verder verwerken heeft als voordeel dat na een vervalperiode het metaal kan worden gerecycled. Dit is een besparing van grondstoffen. In 2009 werd door de toenmalige directeur COVRA gesteld dat dit (op dat moment) onbespreekbaar was, omdat dit niet in lijn was met het Nederlandse Beleid ten aanzien van radioactief afval. Alle afval moest volgens het toen (en nog) geldende Beleid worden verkleind en verpakt in zodanige pakketten dat opslag in de diepe ondergrond mogelijk was (REF 1, 2). Niet alleen leidt dit ertoe dat extra afscherming materiaal (en dus op te slaan volume) wordt geïntroduceerd, maar tevens moeten extra verwerkingshandelingen worden uitgevoerd (dosis voor medewerkers), terwijl het terughalen en hergebruiken van dergelijk materiaal na verval lastig is. Inmiddels is deze regel wereldwijd achterhaald. Het Nederlandse Beleid in zake radioactief afval dient te worden geëvalueerd en in lijn te worden gebracht met de laatste stand der techniek en de ontwikkelingen in landen om Nederland heen.

Bij de vijfjaarlijkse herevaluatie van het GKN Ontmantelingsplan in 2016 zullen de parameters in het TRF worden aangepast, gebaseerd op voortschrijdend inzicht en wereldwijde ontwikkelingen. Dit leidt tot een nieuwe kostenberekening van de Ontmantelingskosten.

Om goedkopere verwerking van radioactief afval mogelijk te maken dienen echter wel aanpassingen in het Nederlandse Beleid op het gebied van de verwerking van radioactief afval te worden doorgevoerd om aan te blijven sluiten bij de internationale ontwikkelingen. Indien dit niet is gebeurd voor het vaststellen van het TRF 2015/2016, zal het TRF zo worden ingericht dat naast een kostenberekening op basis van de dan vigerende regelgeving, er een tweede berekening kan worden uitgevoerd met alternatieve verwerking en verpakking.

Bij recente discussies over deze alternatieve verwerkingsvormen is door de medewerkers van de betrokken Ministeries geopperd om de voorgestelde aangepaste methodes van verwerking door een onafhankelijke partij te laten beschouwen op hun (on-)mogelijkheid en de hiermee gepaard gaande kosteneffecten. Ook werd geopperd dat de voorgestelde maatregelen en technieken nu al konden worden uitgewerkt en te zijner tijd ingepast in het Ontmantelingsplan 2016 KCD. Bij nadere beschouwing is GKN van mening dat dit niet verstandig is. Welke partij ook gevraagd wordt deze analyse uit te voeren, de uitkomsten van de analyse staan al vast. Alle partijen zullen aangeven dat dergelijke alternatieve verwerking- en verpakkingstechnieken zijn en worden toegepast. Hiervan zijn immers volop voorbeelden aanwezig. Daarnaast zullen zij stellen dat zonder verdere analyse het niet mogelijk is om een realistische kostenschatting te maken. Een deelstudie is bovendien niet uitvoerbaar omdat veel van de parameters worden beïnvloed door de uitgangspunten zoals loonkosten en vrijgavegrenzen. Juist die zijn weer onderwerp van discussie in een nieuw TRF. Een extra studie leidt bovendien tot extra kosten, wat weer ten koste gaat van de fondsen bestemt voor de amovering. Ter informatie: de IAEA waarschuwt in verschillende van haar publicaties over decommissioning voor het verlies van fondsen door het steeds maar weer uitvoeren van (aanvullende) studies. Daarnaast zal men constateren dat het Nederlandse Beleid in zake de verwerking van radioactief afval, de voorgestelde aanpassingen van verwerking en opslag van het afval niet toestaat. Daarom wordt deze exercitie niet zinvol geacht.

## 2. Verwerking van beton

Situatie

Een deel van het radioactief afval bestaat uit radioactief besmet en geactiveerd beton. De grootste hoeveelheid zal vrijkomen bij het ontmantelen van het biologisch schild. De radioactiviteit hiervan wordt voornamelijk veroorzaakt door activering van Europium tot Eu-152/154, aanwezig in de kiezels in het beton. Het cement is veelal niet radioactief en kan bij afscheiding vrij worden gestort.
Uit het jaarrapport van NIS over 2013 blijkt dat nog circa één zesde deel van het beton van het biologisch schild zal zijn geactiveerd in 2045. Het gaat dan om ongeveer 400 ton. Dit is gesitueerd in de binnenzijde van het biologisch schild.

Foto 1. GKN-Dodewaard, NL: Als radioactief afval te verwerken deel van het biologisch schild.

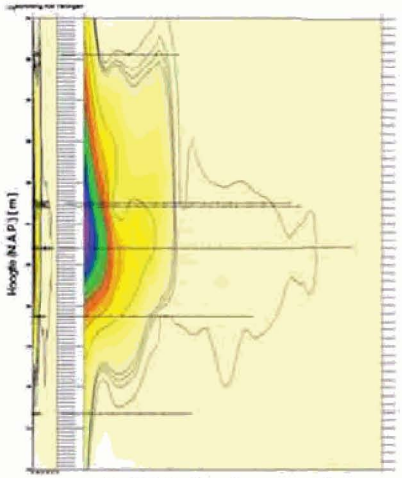


Foto 2. GKN-Dodewaard: Dwarsdoorsnede activering beton activering biologisch schild.

Huidige verwerking

Volgens de Nederlandse verpakkingseisen zou dit beton moeten worden vergruisd, gemengd met cement en vervolgens afgestort in vaten.

Alternatieven

1. *Verzagen en als blokken eeuwig opslaan.*

Het biologisch schild is op grond van vorm en locatie relatief eenvoudig als blokken te verzagen. Deze techniek wordt momenteel toegepast bij de ontmanteling van de AVR in Jülich, BRD.
De blokken kunnen worden ingepakt in geschikte containers en worden gecementeerd, waarna permanente opslag volgt.

Foto 3. AVR-Jülich, BRD: Plan uitzagen betonblokken biologisch schild.

Foto 4. AVR-Jülich, BRD: Uitnemen verzaagde betonblokken uit biologisch schild.

2. *Kiezels / cement scheiden*

In België is bij ontmantelingsprojecten in Mol/Dessel een installatie ontwikkeld welke na het vergruizen de kiezels uit het beton zeeft. De kiezels bevatten de radioactiviteit, door activering van de aanwezige sporenelementen. Het cement is vrij van radioactiviteit.
Deze methode vermindert de hoeveelheid op te slaan afval met circa 50%. De kiezels worden gecementeerd.

Foto 5. Eurochemie-Mol, België: kiezel-cement scheider voor beton.

Foto 6. Eurochemie-Mol, België: beton verwijderd uit wand voormalig bezinkbassin.

3. *Verzagen en op termijn vrijgeven.*

Een andere mogelijkheid is het radioactieve beton niet te vergruizen maar te verzagen en als blokken in (20 voet) containers of "big bags" tijdelijk op te slaan bij COVRA in het Verarmd uranium Opslag Gebouw (hierna: VOG) of in het Container Opslag Gebouw (hierna: COG), en de blokken op termijn vrij te meten (dus geen eindberging). Hierbij geldt dat na een opslagperiode de radioactiviteit zal zijn vervallen. Door op het moment van plaatsing van de blokken in de containers al het exposietempo en de nuclidevector te bepalen kan worden vastgesteld wanneer het materiaal vrijgegeven kan worden. Op deze manier hoeft alleen tijdelijk opslagvolume te worden gehuurd bij COVRA. De blokken kunnen na vrijgave, eventueel na vergruizing, worden gebruikt voor wegverharding of dijkverzwaring.

Alle genoemde alternatieven zijn (nog) niet in overeenstemming met het huidige Nederlandse Beleid, maar wel veel goedkoper.

Impact volume/hoeveelheid afval

Alternatief 1. Het afvoeren als blokken is een volume toename.
Alternatief 2. Het scheiden van kiezels en cement levert een volume reductie van 50% op.
Alternatief 3. Het opslaan en op termijn vrijgeven levert 100% volume reductie.

Impact op de kosten bij minimaal volume

Uitgaande van een soortelijke massa van het beton van 2500 kg.m3, levert de 400 ton biologisch schild een volume van 160 m3 beton. Volgens Nederlandse wetgeving het beton verwerken in 200L vaten, met een maximaal vulgewicht van 150L, geeft circa 1100 vaten (220 m3).
De opslag van een 200L vat bij COVRA in het Laag- en Middel radioactief afval Opslag Gebouw (hierna: LOG) met een exposietempo van minder dan 0,2 mSv/h kost momenteel [redacted] Dit is dus een kostenpost van [redacted], exclusief de kosten aan manuren van vullen en de vaten zelf.

*Impact bij toepassing van alternatief 1:*

Een standaard 20 voet zeecontainer heeft een volume van 33,2 m3. Dat impliceert dus 5 containers. Om eea hanteerbaar te houden wordt uitgegaan van het dubbele aantal. Het benodigde opslagvolume wordt hierdoor 320 m3. Voor 10 stuks 20 voet containers moet permanente opslag moet worden gehuurd. Aanlevering en opslag van een 20 voet container kost momentee [redacted] per stuk (met terugname verplichting, berekening op basis van calcinaat, jaarverslag COVRA 2012). Kosten voor 10 containers is dan [redacted] Stel de aanschaf van de containers op [redacted] per stuk, dan zijn de kosten aan container aanschaf en opslag [redacted]. Totaal dus [redacted]. Kostenreductie is dan ongeveer [redacted]. Een lichte toeslag voor permanente opslag zal door COVRA worden toegepast. Opslag van dit afval in de diepe ondergrond is vanzelfsprekend onzin. Vandaar dat alternatief 1 bij nadere analyse logischer wijze over zal gaan in alternatief 3.

*Impact bij toepassing van alternatief 2:*

De volumereductie bedraagt 50%, waardoor het te verpakken volume 80 m3 bedraagt. Verwerking in een 200 L vat kost dan [redacted]. Als alternatief kan dit volume in 20 voet zeecontainers worden verpakt. Maar naar verwachting levert dit niet voldoende financiële winst.

*Impact bij toepassing van alternatief 3*

Dit is technisch gelijk aan alternatief 1, doch de opslag is niet oneindig
De kosten voor het ontmantelen van het schild zullen naar schatting met 30% afnemen bij opslag in blokken. Er hoeft immers niet te worden vergruisd, terwijl er voor 10 stuks 20 voet containers tijdelijke opslag moet worden gehuurd bij COVRA. Een extra periode van 50 jaar voldoet. Dit levert voor Eu-152 vier, en voor Eu-154 acht extra halfwaardetijden op. Omdat de containers goed uitgemeten in de opslag gaan, zullen de kosten bij finale vrijgave gering zijn. Aanlevering en opslag van een 20 voet container kost momenteel [redacted] per stuk (met terugname verplichting, berekening op basis van calcinaat, jaarverslag COVRA 2012). Kosten voor 10 containers is dan [redacted] Stel de aanschaf van de containers op [redacted] per stuk, dan zijn de kosten aan container aanschaf en opslag [redacted] Totaal dus [redacted]. De kostenreductie is dan ongeveer [redacted].

Impact kosten op de verwerking

De verwerkingskosten van het schild zullen naast de opslagkosten van afval naar schatting ook nog met 30% afnemen bij opslag in blokken, door de mindere hoeveelheid arbeid. In blokken zagen en vervolgens afvoeren is minder arbeidsintensief dan het in kleine blokken zagen en aansluitend vergruizen.

Overweging

Op dit moment wordt naast calcinaat ook verarmd uranium opgeslagen in het VOG. Deze stoffen zijn niet overgedragen aan COVRA en blijven eigendom van de partij die aanlevert. En vergelijkbare methode van opslag is wordt thans bediscussieerd met eigenaren van cyclotrons. Bij de ontmanteling van cyclotrons komt veel licht geactiveerd staal vrij. In het COG wordt momenteel al (geringe) hoeveelheden zeer licht besmet staal opgeslagen Op termijn is eea voldoende vervallen om te worden vrijgegeven. Voor licht radioactief beton zou eenzelfde regeling opgezet kunnen worden. Dit vergt een aanpassing van het Nederlandse Beleid in zake de verwerking en opslag van radioactief afval.

Foto 7. COVRA-NL: Container Opslag Gebouw (COG), containers gevuld met zeer licht radioactief materiaal.

## 3. Omsmelten van radioactief metaal

Situatie

Licht radioactief materiaal kan worden omgesmolten waarbij de radioactieve stoffen in de slak terecht komen en het materiaal kan worden vrijgegeven, of worden hergebruikt als afschermingsmateriaal of radioactief afvalverpakking. De slak wordt als radioactief materiaal verwerkt en opgeslagen bij de afvalopslag in het land van de aanbieder van het materiaal. Er is dus een terug transport van radioactief materiaal. In Duitsland gebeurt het omsmelten bij de firma Siempelkamp in Krefeld. De normen voor de maximale hoeveelheid radioactiviteit in het materiaal zoals die door Siempelkamp worden gehanteerd, zijn erg laag. De firma Studsvik in Nyköping, Zweden hanteert veel hogere normen, omdat haar oven beter is geoutilleerd. Dit betekent dat veel meer materiaal kan worden omgesmolten. Ook heeft deze oven enkele malen grotere capaciteit dan die van Siempelkamp. Omsmelten van metaal is voordeliger dan het metaal als radioactief materiaal opslaan en is aan te merken als een hergebruik van grondstof.

Overweging 1

Gezien de te verwachten hoeveelheden potentieel om te smelten metaal welke zullen ontstaan bij de Duitse "Ausstieg" is het niet onwaarschijnlijk dat Siempelkamp de komende jaren een tweede oven zal bouwen. Wellicht zal deze oven ook hogere concentraties radioactiviteit kunnen accepteren en een grotere capaciteit hebben.

Overweging 2

Via de Belgische firma DDR is het mogelijk in de USA bij de firma Energy Solutions in Utah, metaal te laten omsmelten waarbij het eigendom van het metaal en de radioactieve slak overgaat in USA handen. De firma levert maatwerk. Deze werkwijze gaat in tegen het Nederlandse Beleid van het eigen afval opslaan in Nederland en niet exporteren. Diverse Europese landen, waaronder Duitsland, hebben dit wel toegestaan. Het materiaal wordt na omsmelten hergebruikt als afschermingsmateriaal, terwijl de radioactieve slak wordt verwerkt in een "burial site" op de zoutvlaktes van Utah. Er wordt dus geen radioactief afval teruggezonden.

Foto 8. Energy Solutions-Tennessee, USA: Oven voor radiobesmet staal in Bear Creek, Oak Ridge.

Foto 9. Energy Solutions-Utah, USA: Burial site Clive nabij Salt Lake city.

Overweging 3

In al deze gevallen is sprake van een (gering) "transport risico" (het brengen en halen van de radioactieve stoffen). Ook is hier een potentiële discussie tav de hoeveelheden getransporteerde hoeveelheid radioactiviteit een risico ("even veel terug als gebracht").

Impact op de kosten.

Kwantificering is zonder nadere studie niet mogelijk. Energy Solutions geeft eerst prijzen af als hoeveelheden en radioactiviteit van het materiaal bekend zijn. Men neemt hogere activiteit aan en bepaalt de prijs mede op basis van de aanwezige nucliden.

## 4. Verwerking van de reactor en grote componenten in één stuk

Situatie

In de landen om Nederland heen (Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Frankrijk) worden steeds meer grote radioactieve componenten opgeslagen in één stuk. Deze componenten worden NIET in de (diepe) ondergrond opgeborgen. Nederland/COVRA wil hier vooralsnog niet aan omdat dit niet in lijn is met het Nederlandse Beleid van opslag van alle afval in de (diepe) ondergrond. Daarom moet alle afval worden verkleind en geconditioneerd. Sommige grote componenten zoals warmtewisselaars en zelfs reactorvaten zijn echter technisch gezien zonder grote problemen als component af te voeren en op te slaan.

Juist deze componenten zijn na enkele tientallen jaren extra opslag door verval vrijwel geheel vrij van radioactiviteit. De reactorvaten van de vijf eenheden van de centrale Greifswald, de reactor van de centrale Rheinsberg (goed vergelijkbaar met Dodewaard), de stoomgeneratoren van de centrales Stade en Obrigheim en de reactor van de centrale Jülich zijn of worden in één stuk afgevoerd naar het Zwischen Lager Nord (ZLN) in Greifswald, Mecklenburg-Vorpommern.

Foto 10. Rheinsberg-BRD: uithijsen reactor in één stuk.

Foto 11. Greifswald ZLN-BRD: Opslag reactorvaten grote componenten. Vat Rheinsberg ligt rechts.

In het Verenigd Koninkrijk worden stoomgeneratoren van Magnox reactoren afgevoerd als één component naar Studsvik, in Nyköping, Zweden, en hoog besmette warmtewisselaars van de opwerkingsinstallaties in Sellafield worden gecementeerd en als één blok opgeslagen in Drigg, Cumbria, Groot-Brittannië. Defecte Franse stoomgeneratoren worden als één component verwijderd en opgeslagen op de locatie van de (meestal multi-reactor) centrale voor verder radioactief verval. Eerst bij eindontmanteling van deze centrales zullen zij verder worden verwerkt. De doelstelling hierbij is het metaal van deze stoomgeneratoren zoveel mogelijk te hergebruiken.

Foto 12. Berkeley-UK: Stoomgenerator wordt uitgehesen.

Foto 13. Berkeley-UK: Stoomgenerator op weg naar haven voor transport naar Studsvik, Nyköping, Zweden.

Overweging

De reactor van GKN en een aantal grote componenten zoals grote warmtewisselaars van RZS en RAS/SBK kunnen technisch zonder problemen als één component naar COVRA worden afgevoerd, mits wordt voldaan aan afschermingsvoorwaarden. De warmtewisselaars van GKN moeten volgens het Nederlandse afvalbeleid uit elkaar worden genomen (Ladder van Lansink), en zo veel als mogelijk worden gereinigd en hergebruikt. Dit is een minder gewenst verwerkingsconcept omdat dit een hoge stralingsbelasting voor de uitvoerders-, en veel verpakkingsafval oplevert.

Bij COVRA zijn deze componenten zonder technische problemen in "één stuk" op te slaan in bijvoorbeeld een nieuw te bouwen hal aan het LOG. Een dergelijke hal moet toch al worden gebouwd voor de opslag van het GKN afval.

De opslag als één component levert veel minder verpakkingen, een lagere stralingsbelasting, en zal sneller verlopen dan verzagen en verpakken. Na voldoende verval kan worden besloten tot of alsnog verwerken en conditioneren of vrijmeten. De voorkeur hierbij is vrij meten voor hergebruik / omsmelten. Door vooraf gedetailleerd de radioactiviteit en nuclidevector vast te leggen kan de feitelijke vrijmeting (en afvoer naar een verwerker / hoogoven) met weinig kosten worden gerealiseerd.

Foto 14. Big Rock Point-Michigan, USA: Verwijdering van het reactorvat in één stuk bij GKN's zustercentrale.

Foto 15. Big Rock Point-Michigan, USA: Transport van de verpakte reactor in transportverpakking op 205 voet lange trailer.

Impact op de kosten

Volgens publicaties van EWN, de eigenaar van de reactoren in Rheinsberg en Greifswald, is het 50% goedkoper om de reactoren in één stuk te verwerken. Dit betreft zowel verwerking- als opslagkosten. De verwerking van de GKN reactor inclusief de internals kost circa [redacted] (WP 5 en 6 in de NIS2009 studie). Bij verwerking als één stuk wordt uitgegaan van het volstorten van de reactor met licht beton om de straling van de internals af te schermen. Een alternatief is het verwijderen van de internals met verpakking in Mozaïk containers. Rekening houdende met extra kosten voor transport naar COVRA mag op een kostenreductie van [redacted] worden gerekend voor het verwerken van de reactor. De kostenreductie van verwerking van RZS-, RAS/SBK warmtewisselaars is hier niet berekend omdat deze in de huidige rapportage van NIS niet als zelfstandige items herkenbaar zijn.

## 5. Duitse tarieven en uurlonen

Situatie

In de NIS2009 studie zijn voornamelijk Duitse tarieven voor personeelskosten gehanteerd. Op het moment van opstellen van de studie leek dit logisch, omdat ervan uitgegaan werd dat kennis van ontmantelen in Nederland geheel zou ontbreken rond de tijd dat de centrale Dodewaard zou worden ontmanteld.

Overweging

De reactor in Borssele, de LFR, mogelijk de HFR en de HOR, de cyclotrons van VU Amsterdam en Eindhoven zijn voorzien eerder te worden ontmanteld dan de kernenergiecentrale Dodewaard. De LFR wordt volgens de huidige planning vanaf zomer 2014 ontmanteld. De ontmanteling en de verwerking van het radioactief afval van de beide cyclotrons vindt momenteel plaats. Bij al deze projecten zal kennis over ontmantelen worden opgedaan.
Momenteel werft NRG al personeel met kennis van ontmanteling, of de bereidheid deze kennis op te doen. Op basis van het bovenstaande mag worden aangenomen dat in Nederland in 2045 voldoende gekwalificeerd personeel beschikbaar zal zijn om de ontmanteling van GKN uit te voeren.

Impact op de kosten

De in de studie gehanteerde Duitse tarieven voor het in te huren personeel zijn tenminste 10% hoger dan die in Nederland gebruikelijk zijn. Ook is geen rekening gehouden met lagere uurtarieven voor medewerkers die gedurende een langere termijn worden ingehuurd (garantie van bezetting voor de uitlener).
Een nauwkeuriger schatting van de ontmantelingkosten is alleen mogelijk als de gehele studie NIS studie wordt overgedaan omdat de manuren overal in workpackages zijn verwerkt, en niet als aparte eenheid worden benoemd.

Een andere methode om de kostenreductie te bepalen bij het toepassen van Nederlandse in plaats van Duitse uurlonen, is uitgaan van de vuistregel dat ongeveer 70% van de totale kosten in een ontmantelingsproject worden toegeschreven aan manuren. Op een totaal van [redacted], het thans berekende totaal bedrag benodigd voor de ontmanteling van de KCD, levert het hanteren van Nederlandse uurtarieven een kostenreductie van ongeveer [redacted] op.

## 6. Dubbele shift

Situatie
In de NIS 2009 studie wordt uitgegaan van enkele shift, in dagdienst. De periode waarin daadwerkelijk wordt gesloopt en afval verwerkt, is berekend op 7,5 jaar.

Overweging
Een verdere kostenreductie kan worden behaald door het feitelijke afbreken te laten uitvoeren in dubbele shift (vroege/late shift).
Dubbele shift zal de hiervoor genoemde periode niet geheel halveren. Er zijn logistieke zaken zoals opslag capaciteit en snelheid van afvoer van materiaal die dit verhinderen. Een reductie van deze periode met twee tot drie jaar is echter haalbaar.
Voor de manuren die de feitelijke sloop uitvoeren maakt dit niet uit, maar voor de site overhead wel.

Impact op de kosten
De kosten van de workpackages 15 (Project Management, Engineering, Site support, [redacted]) en 16 (Site security, Surveillance and Maintenance [redacted]) van de NIS2009 studie zullen aanzienlijk worden verminderd. Uitgaande van twee tot drie jaar reductie op 7,5 jaar lijkt realistisch. Dit levert een kostenreductie van [redacted] zijnde [redacted].

## 7. Langere vervalperiode

Situatie

Op dit moment is de vrijgavegrens voor Co-60 1 Bq/g. In de praktijk echter is de vrijgavegrens de grens zoals deze is ingesteld aan de poortmonitor van de schroothandelaar. Deze is veelal ingesteld op waarden direct boven de achtergrond. Dit leidt ertoe dat materiaal wat formeel vrij gemeten is, niet wordt geaccepteerd door de schroothandelaren.
Over de reden van dit gedrag wordt hier niet verder ingegaan. Deze problematiek speelt voor alle nucleaire ontmantelingsprojecten.
Tijdens het Najaarssymposium van de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne in november 2013 is deze problematiek door drie sprekers genoemd (GKN, LFR, cyclotron Eindhoven). Het moge duidelijk zijn dat ter zake door de centrale Overheid moet worden ontwikkeld.

Overweging

Om het vrijgegeven maar niet als vrijgesteld geaccepteerd materiaal als radioactief materiaal aan te merken is natuurlijk onzin, maar het is een feit dat bij de ontmanteling van kernreactoren een hoeveelheid materiaal zal ontstaan die door de geschetste problematiek niet is af te voeren. Hierbij komen nog de problemen die bekend zijn van vrijmeten, speciaal die rond de vrijgavegrens.
Een oplossing van het geschetste probleem zou het invoeren van een vervalopslag bij COVRA kunnen zijn. Materiaal met een radioactiviteit (voor Co-60) van minder dan 1,5-2 Bq/g blijft bij COVRA (in 20 voet containers) ongeconditioneerd opgeslagen gedurende 11 jaar. Dan zijn twee halfwaardetijden voor Co-60 voorbij en is de radioactiviteit van het materiaal zeker tot onder de vrijgavegrens gedaald. Dit lijkt een kostenverhogende factor te introduceren, immers de opslagfaciliteit moet worden gebouwd en beheerd, doch deze zal tenminste opwegen tegen de kosten van de discussies en meetinspanningen welke moeten worden geleverd om exact de 1 Bq/g Co-60 aan te kunnen tonen. Ook wordt er winst behaald omdat een hoeveelheid materiaal welke een radioactiviteit (Co-60) van 1-2Bq/g heeft bij het moment van ontmantelen niet als radioactief materiaal behoeft te worden afgevoerd.

Impact op de kosten

Kwantificering van de precieze hoeveelheden en de financiële consequenties is alleen mogelijk als een groot deel van de NIS berekeningen worden overgedaan. Dit is een onderwerp wat moet worden opgenomen in de volgende NIS berekening, thans voorzien te worden uitgevoerd in 2016. Er zijn meerkosten omdat een opslag bij COVRA moet worden gerealiseerd, maar er zijn minderkosten omdat er veel minder nauwkeurig (tijd) hoeft te worden gemeten en minder afval moet worden geconditioneerd.

Overigens is de ultieme conclusie die uit deze werkwijze kan worden getrokken op zijn minst opmerkelijk: laat de Veilige Insluiting zolang staan totdat de operationele kosten op jaarbasis hoger zijn dan de kosten voor opslag van het radioactieve afval. Deze conclusie is niet nieuw. Ook bij IAEA speelt men met deze gedachten. De eerlijkheid gebied te vermelden dat hierbij meestal wordt uitgegaan van een multi-reactor site, waarbij de operationele kosten voor de Veilige Insluiting gering zijn als gevolg van de aanwezigheid van facilitaire diensten voor de in bedrijf zijnde units.

## 8. Verlenging van de Wachttijd

Situatie

Mocht ondanks alle inspanning, door wat voor oorzaak ook, in 2045 onvoldoende fondsen aanwezig zijn om de eindontmanteling te starten, dan kan besloten worden de eindontmanteling één of meerdere jaren uit te stellen.

Overweging

Omdat de Veilige Insluiting goed onderhouden is, het in de lijn der verwachting ligt dat dit beleid niet wijzigt en voornamelijk correctief onderhoud wordt gepleegd, zijn de operationele kosten goed in te schatten voor een verlengde bedrijfstijd van de Veilige Insluiting. Op basis van de ervaringen van de periode 2005-2014 is de stelling verdedigbaar dat de Veilige Insluiting, mits onderhouden op het niveau zoals dit thans gebeurd, na 40 jaar zeker niet uit elkaar zal zijn gevallen. Een verlenging van de Wachttijd met tien jaar behoort zeker tot de mogelijkheden.

Impact op de kosten

Bij de aanvraag voor Financiële zekerheid (bijlage C7) is al aangetoond dat verlenging van de fase Wachttijd bij het niet op tijd verkrijgen van de vergunning voor Ontmanteling, een jaar vertraging financieel voordeel brengt. De kosten van een jaar extra Veilige Insluiting van de KCD zijn ondergeschikt aan de rentebaten.

## 9. De actuele situatie in Duitsland

Situatie

Hoewel er alweer stemmen opgaan om de versnelde sluiting van de Duitse kernenergiecentrales ongedaan te maken, wegens de enorme kosten welke de "Energiewende" met zich meebrengt, lijkt de kans dat dit gebeurt vrijwel nihil.
Dat impliceert dat de komende decennia een groot aantal ontmantelingsprojecten in Duitsland worden uitgevoerd.

Overweging

De vele ontmantelingsprojecten zullen zeker leiden tot de ontwikkeling van nieuwe technieken en apparatuur welke de ontmanteling efficiënter en goedkoper zullen doen verlopen.

Impact op de kosten

De kostenreductie ten gevolge van de ontwikkeling van nieuwe technieken kwantificeren is vanzelfsprekend onmogelijk.

## 10. Kwantificering

Situatie

Volledige kwantificering van alle genoemde zaken is onmogelijk zonder een complete NIS studie opnieuw uit te voeren. Dit omdat in het rekenmodel veel aspecten met elkaar verbonden zijn. Om dezelfde reden is het moeilijk om met een aantal gerichte vragen door NIS een schatting te laten maken van de mogelijke reducties. Bovendien kost dit geld, en het steeds maar weer extra berekeningen laten uitvoeren ten koste van het ontmantelingsfonds is (ook volgens IAEA) één van de snelste manieren om die fondsen kwijt te raken.

Overweging

Bij de volgende herziening van het Ontmantelingsplan GKN, thans voorzien in 2016, dient nadrukkelijk in het dan voor aanvang van de berekeningen op te stellen TRF, te worden aangegeven dat een extra berekening moet worden uitgevoerd naar de "winst" welke wordt behaald c.q. wat de gevolgen en effecten zijn van:
- het uitnemen van reactorvat en overige grote componenten in één stuk,
- het hanteren van Nederlandse uurlonen,
- dubbele shift tijdens de afbraak.

Bovendien zal dan van de Overheid worden gevraagd om de mogelijkheid van opslag van grote componenten in één stuk na te gaan en eventuele knelpunten hierbij te onderzoeken.

Thans is de verwachte planning voor het opstellen van het Ontmantelingsplan 2016 KCD:
-Najaar 2015-voorjaar 2016 opstellen TRF,
-Voorjaar 2016 uitvoer berekeningen door NIS,
-Zomer 2016 opstellen Ontmantelingsplan (waarschijnlijk als een addendum op het al goedgekeurde plan van 2011, maar in ieder geval met gebruikmaking van grote delen van de algemene teksten van het plan 2011),
-Najaar 2016 goedkeuring door Minister.

Impact op de kosten

Niet van toepassing.

## 11. Conclusies.

Op basis van een aantal aanpassingen aan het goedgekeurde Ontmantelingsplan voor de kernenergiecentrale Dodewaard is het mogelijk aanzienlijke kostenbesparingen te realiseren ten opzichte van de huidige NIS2009/Ontmantelingsplan 2011 KCD calculatie.
Niet al deze kostenreducties zijn thans uitvoerbaar omdat deze aanpassingen van het Nederlandse Beleid op het gebied van verwerking en opslag van radioactief afval vragen. Ook zijn niet alle kosten op dit moment kwantificeerbaar, omdat hiervoor specialistische berekeningen dienen te worden uitgevoerd. Het uitvoeren van dergelijke berekeningen is relatief kostbaar en zal eerst worden uitgevoerd bij de herziening van het huidige Ontmantelingsplan 2011 KCD in 2016, waarbij vooraf in overleg met alle stakeholders een nieuw TRF zal worden opgesteld.

Het overzicht van de mogelijke kostenreductie in M€ is als volgt:
- aanpassing verwerking beton
- meer staal omsmelten
- reactor verwijderen als één stuk
- Nederlandse uurtarieven
- toepassen van dubbele shifts
- langere vervalperiode
- ervaringen in Duitsland

De totaal mogelijke besparing bedraagt .

## 12. Referenties

(1) Tractebel Engineering, GKN - Evaluation of Decommissioning of the Dodewaard NPP, New decommissioning cost estimate- Technical Requisition File paragraaf 3.3, *"The removal, in one peace, of the Reactor Pressure Vessel (with its internals) will not be considered as this is not an option compatible with the size of the waste packages acceptable for disposal in a deep geological repository"*.

(2) Verslag van de derde bespreking over "Kosten Ontmanteling KCD" met COVRA en ministerie van VROM (16.07.2008).
*"De huidige COVRA-vergunning voorziet alleen in het accepteren van verpakkingen welke opgeslagen kunnen worden in een eindberging. "Grote" verpakkingen, zoals ook de KONRAD verpakkingen van 1,5*1,5*1,5m, vallen daar momenteel niet binnen. Hierdoor vervalt het scenario "verwijdering van het reactorvat in één stuk". COVRA stelt dat de geschiktheid voor eindberging NL beleid is, en ziet ook problemen met de opslag van het vat als één geheel in een nieuw te bouwen loods bij COVRA, en het transport van KCD-Dodewaard naar COVRA-Borsele. GKN is het met de zienswijze niet eens maar heeft op dit moment geen ander alternatief dan dit te accepteren".*
(Deze uitspraak werd gedaan door de directeur COVRA. In een latere vergadering werd vastgesteld dat de genoemde KONRAD containers wel acceptabel waren).