

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

LOCATIE-ONAFHANKELIJK MILIEU-EFFECT RAPPORT INZAKE OPSLAG EN VERWERKING VAN RADIOACTIEF AFVAL

IVIS-16-11-10

LOCATIE-ONAFHANKELIJK MILIEU-EFFECT RAPPORT INZAKE OPSLAG EN VERWERKING VAN RADIOACTIEF AFVAL

Dit rapport is opgesteld, in het kader van het besluit van de regering om een centrale opslag- en verwerkingsfaciliteit voor radioactief afval te realiseren in Nederland, op initiatief van de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) B.V.

Bevoegd gezag:

- Minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en
Milieubeheer
- Minister van Economische Zaken
- Staatssecretaris van Sociale Zaken
en Werkgelegenheid

Opgesteld door:

MILIEU ADVIESGROEP
ECOPLAN >
ARNHEM

NUCON
engineering and contracting b.v.
Amsterdam

VOORWOORD

De zorg voor radioactief afval in Nederland is in handen gelegd van de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA). Een belangrijk onderdeel van deze zorg betreft de verwerking en opslag van dit afval. COVRA zal op een centrale locatie in Nederland een verwerkings- en opslagfaciliteit gaan inrichten. In dit kader is op initiatief van COVRA dit milieu-effect rapport (MER) opgesteld. In dit rapport worden de milieueffecten van deze activiteit onafhankelijk van de locatie weergegeven.

Er is naar gestreefd dit MER beperkt van omvang te doen zijn en leesbaar en bruikbaar te maken voor een breed publiek. Dit streven stond op een gespannen voet met de hoeveelheid informatie die moest worden verstrekt en het veelal specialistische karakter daarvan. Simplificatie enerzijds en gebruik van vakjargon anderzijds kon daarom niet worden vermeden. Dit MER bestaat uit een hoofdrapport en bijlagen. In het hoofdrapport wordt met behulp van figuren en tabellen inzicht gegeven in de activiteiten en de milieueffecten, terwijl in de bijlagen nadere informatie in cijfers wordt weergegeven.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

1. Samenvatting

2. Doelstelling van de voorgenomen activiteit

- 2.1 Achtergronden en voorgeschiedenis
- 2.2 Soorten en hoeveelheden radioactief afval, nu en in de toekomst
- 2.3 Mogelijke afwijkingen van de toekomstige hoeveelheden radioactief afval
- 2.4 Doel van het project

3. Beschrijving van de voorgenomen activiteit en uitvoeringsalternatieven

- 3.1 De voorgenomen activiteit
- 3.2 De uitvoeringsalternatieven en varianten
- 3.3 Bouwvolume en terreinbeslag
- 3.4 Registratie, detectie en controle
- 3.5 Financiële aspecten

4. Besluitvorming

- 4.1 Besluitvorming rond dit MER
- 4.2 Besluitvormingsprocedure voor de locatiekeuze
- 4.3 Relaties met besluiten in het kader van Rijks-overheid en privaatrechtelijke steer

5. Bestaande toestand van het milieu

- 5.1 Natuurlijke stralingsbronnen
- 5.2 Kunstmatige stralingsbronnen
- 5.3 Meetprogramma
- 5.4 Stralingsbelasting van de Nederlander
- 5.5 Verwachte ontwikkelingen

6. Invloed op het milieu

- 6.1 Uitwendige straling en lozing van radionucliden
- 6.2 Overige milieu effecten
- 6.3 Beleavingsaspecten
- 6.4 Eventuele volg of secundaire activiteiten

7. Vergelijking van de milieu effecten

- 7.1 Onderlinge vergelijking van de alternatieven
- 7.2 Vergelijking met andere activiteiten

8. Leemten in kennis en informatie

- 8.1 De locatie
- 8.2 De scenario's
- 8.3 Opwerken van bestraalde splijtstofelementen
- 8.4 De eindopberging
- 8.5 Ontwerpspecificaties voor systemen en constructies
- 8.6 Onzekerheden in de voorspellingsmethoden

9. Referenties

Bijlagen

Afkortingen

Verklarende woordenlijst

1. SAMENVATTING

Lange termijn beleid radioactief afval

Het lange termijn beleid van de regering ten aanzien van het radioactief afval is erop gericht te voorkomen dat dit afval ongecontroleerd in het milieu terecht komt. Dit betekent het isoleren, beheersen en controleren van het afval.

Alle categorieën radioactief afval moeten op een locatie op land worden opgeslagen. Op die locatie moet voldoende ruimte zijn om al het afval op te slaan dat de komende 50 tot 100 jaar ontstaat. Te zijner tijd kan worden bezien of voor het dan nog radioactieve deel van het afval geologische opberging in eigen land zal moeten plaatsvinden of dat inmiddels mogelijkheden aanwezig zijn tot opberging elders in de wereld. Om voor de praktische uitvoering van dit beleid zorg te dragen, is de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) opgericht.

Milieu-effectrapportage

Voor de realisering van het lange termijn beleid is een locatie nodig voor de centrale opslag en verwerking van het radioactief afval. De commissie Locatiekeuze Opslagfaciliteit Radioactief Afval (LOFRA) heeft de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer begin oktober 1985 geadviseerd over enkele locaties. Op basis van dit advies zal de regering overleg voeren met de betreffende lagere overheden. Bij dit overleg zal dit locatie onafhankelijk milieu-effectrapport (MER) een belangrijke rol spelen. Dit MER is opgesteld om inzicht te verschaffen in de opzet van de faciliteit en de mogelijke gevolgen daarvan voor het milieu, ongeacht de locatie, waar een dergelijke faciliteit zal worden gerealiseerd.

In een later stadium wordt dit MER toegespitst op één locatie. Dat MER zal tegelijkertijd worden ingediend bij de aanvraag van een vergunning op grond van de kernenergiewet.

Aard en herkomst radioactief afval

De herkomst en samenstelling van het Nederlands radioactief afval is zeer gevarieerd. Het grootste gedeelte (qua volume) is bedrijfsafval afkomstig van circa 300 leveranciers, te weten ziekenhuizen, onderzoeksinstituten, industrie en kerncentrales. Tot deze categorie afval worden gerekend handschoenen, laboratoriumglaswerk, kleding, injectienaalden, plasticfolie, vloeistoffen, filterharsen en bezinksels. Het overige deel van de afvalstroom wordt gevormd door splijtstofelementen, die als brandstof in de kerncentrales zijn gebruikt. De radioactiviteit in dit deel van

de afvalstroom is zeer veel groter dan die van eerder genoemd afval.

Op basis van het oppervlakte dosistempo worden voor het vaste radioactief afval de volgende drie hoofdgroepen onderscheiden:

- laagradioactief vast afval LAVA
- middelradioactief vast afval MAVA
- hoogradioactief vast afval HAVA

Eerdergenoemd bedrijfsafval betreft uitsluitend laag- en middelradioactief afval. Splijtstofstaven, die in een kerncentrale zijn gebruikt en materialen, die door langdurige neutronenbestraling sterk zijn geactiveerd, leveren hoogradioactief afval. De bestraalde splijtstofelementen bevatten zeer veel activiteit. De door het radioactief verval geproduceerde warmte maakt, dat dit afval gekoeld dient te worden.

De vorm waarin het hoogradioactief afval zal worden opgeslagen is afhankelijk van het al dan niet opwerken van de bestraalde splijtstofelementen. Met beide mogelijkheden is in dit MER rekening gehouden. Bij het opwerkingsproces ontstaat hoog radioactief afval dat warmte produceert, waaronder kernsplijtingsafval (KSA) dat in een glasblok is verwerkt. Bovendien ontstaat er verpakt niet warmteproducerend hoog-, middel- en laagradioactief afval. Indien de bestraalde splijtstofelementen niet worden opgewerkt, zullen deze verpakt worden opgeslagen.

Prognoses in de vorm van scenario's

Bij de te verwachten hoeveelheden radioactief afval spelen ontwikkelingen in het energiebeleid, met name omtrent de toepassing van kernenergie, een grote rol. Teneinde een raming te maken van de te verwerken hoeveelheid van de verschillende soorten radioactief afval die de komende 50 tot 100 jaar geproduceerd zal worden en de daarvoor benodigde opslag worden twee scenario's gebruikt.

Scenario 1 houdt in een gelijkblijvende afvalproductie van onderzoeksinstituten, industrie en ziekenhuizen en een 30-jarige gebruikstijd van de kerncentrales Dodewaard en Borssele.

Scenario 2 houdt in de afvalproductie van scenario 1, uitgebreid met het afval van nog te installeren kerncentrales met een vermogen van 2000 MWe.

Mocht in de toekomst besloten worden tot eventueel nog verdere uitbreiding van stroomopwekking door middel van kernenergie dan heeft dit uiteraard consequenties voor de hoeveelheden radioactief afval. Deze consequenties zijn tamelijk eenvoudig te herleiden uit de verschillen tussen de hier gehanteerde scenario's.

De bestraalde splijtstofelementen van de kerncentrales te Borssele (KCB) en Dodewaard (KCD) zullen in respectievelijk Frankrijk en Engeland worden opgewerkt. Er

wordt rekening mee gehouden dat het afval van deze opwerking, of bij niet opwerken de bestraalde splijtstofelementen, in de jaren '90 moeten worden opgeslagen

Er is geen aanleiding om grote veranderingen te veronderstellen in het aanbod van laag- en middelradioactief afval van ziekenhuizen, industrie en onderzoeksinstituten. Enerzijds worden er methoden ontwikkeld, die kunnen leiden tot een kleinere hoeveelheid afval, anderzijds worden ook nieuwe toepassingsmogelijkheden voor radioactieve stoffen gevonden. Een wezenlijke verandering in het aanbod treedt wel op bij het in bedrijf nemen van nieuwe kerncentrales

Doel van het project

Het doel van het project is het realiseren van een verwerkings- en opslagfaciliteit op een centrale locatie voor al het radioactief afval in Nederland, dat de komende 50 tot 100 jaar geproduceerd zal worden. Bestraalde splijtstofelementen en/of opwerkingsafval zullen op de bedoelde locatie niet worden verwerkt, maar worden uitsluitend opgeslagen en eventueel herverpakt

De opbouw van de faciliteit zal flexibel zijn om aanpassingen te kunnen realiseren in overeenstemming met de toekomstige inzichten. Het zal altijd mogelijk zijn de faciliteit volledig te ontmantelen en het terrein voor andere toepassingen geschikt te maken

Uitvoeringsalternatieven

In dit MER zijn naast de voorgenomen activiteit (uitvoering A) twee uitvoeringsalternatieven in beschouwing genomen: uitvoering B met het accent op volumereductie en uitvoering C met het accent op minimale handelingen

Uitvoering A: Voorgenomen activiteit

De te ontplooiën activiteiten van COVRA omvatten:

- het huisvesten, het bedrijven, inrichten en onderhouden van een gespecialiseerde transportorganisatie gericht op de inzameling van laag- en middelradioactief afval
- het centraal registreren, verwerken en verpakken van het radioactief afval
- het uitvoeren van volumereductiemethoden zoals verbranden en compacteren
- het doen bouwen, vullen en benutten van afvalopslaggebouwen, bedoeld voor laag- en middelradioactief afval en warmteproducerend hoogradioactief afval zoals kernsplijttingsafval, dan wel bestraalde splijtstofelementen, alsmede hoogradioactief afval dat geen koeling behoeft

- het verrichten van radiologische werkzaamheden, die verband houden met de beoogde activiteit, zoals bijvoorbeeld het in gebruik hebben van een radiochemisch laboratorium

LAVA/MAVA

De uitvoeringsvorm van de voorgenomen activiteit betekent voor laag- en middelradioactief afval het navolgende:

De inzameling en het transport door vervoer over de weg met behulp van vrachtwagens. Het onverwerkte afval wordt verpakt in 60 en 100 liter vaten, terwijl voor verpakt afval voornamelijk 200 maar ook 1000 en 1500 liter vaten gebruikt worden. Opslag in afwachting van verwerking en verpakking, gegroepeerd volgens een indeling, gebaseerd op soort straling, halfwaardetijd en herkomst. Verwerking door middel van persen van het vaste afval, verbranden van het vloeibaar organisch afval en kadavers, decontamineren van materialen, die radioactief besmet zijn, reiniging van de anorganische vloeistoffen. Het verpakken van de na verwerking ontstane producten in een container, waarbij cement gebruikt wordt als verpakkingsmateriaal. Intern transport door middel van vorkheftrucks en vrachtauto's. Opslag van 200 liter vaten liggend op pallets en van 1000 of 1500 liter vaten staande gestapeld. Aparte opslag van niet verwerkt afval met een halveringstijd korter dan 61 dagen. Na voldoende verval zal dit afval na controle als niet radioactief materiaal worden afgevoerd

HAVA

Voor hoogradioactief afval betekent de uitvoeringsvorm van de voorgenomen activiteit de volgende handelingen:

Transport van KSA en HAVA, afkomstig van het opwerkingsbedrijf in Frankrijk, zal in hoofdzaak per spoor plaatsvinden in speciale transportcontainers. Transport vanuit Engeland zal plaatsvinden per schip. Overslag op wegtransport zal plaatsvinden op een bij COVRA opslaglocatie nabijgelegen spoorwegemplacement of aanlandingshaven. Dit transport is zwaar transport. Het transporteren over de weg van bestraalde splijtstofelementen, bestralingsbronnen en hoogradioactief ontmantelingsafval vindt plaats in speciale containers. In de ontvangsthaf worden de containers op oppervlakteverontreinigingen, stralingsniveau en lektheid van de afsluiting gecontroleerd. Hoogradioactief afval afkomstig van de opwerking wordt in verpakte vorm aangeboden. Splijtstofelementen worden in een afgesloten behandelingsruimte met apparatuur voor afstandsbediening, een zogenaamde hotcell, overgepakt van de transportcontainers in opslagcontainers of cilinders. Intern transport van containers geschiedt met behulp van op afstand bestuurde apparatuur

Voor scenario 1 zal opslag van splijtstofelementen en KSA cilinders mogelijk plaatsvinden in gietijzeren containers, in een met lucht gekoelde ruimte. De container zelf zorgt voor stralingsafscherming en bescherming tegen invloeden van buitenaf.

Voor scenario 2 zal opslag mogelijk plaatsvinden in opslagcilinders in een zogenaamde 'vault' (dit is een soort opslagbunker). Koeling vindt plaats met lucht. Af-scherming tegen straling en externe invloeden komt tot stand door de zware betonconstructie van zo'n vault. Tijdens opslag wordt met behulp van metingen de lek-dichtheid van de opslagcontainers en de cilinders per-manent gecontroleerd. Bij geconstateerde onvolkomen-heden wordt de defecte container of cilinder met splijtstofelementen voor inspectie en reparatie naar de hotcell getransporteerd. Het hoogradioactief afval, dat geen koeling behoeft, wordt in een afzonderlijk gebouw opgeslagen, waarbij de wanden en het dak van het ge-bouw zorgdragen voor de stralingsafscherming en de bescherming tegen externe invloeden.

De beschreven transport-, verwerkings-, verpakings- en opslagmethoden, voor de voorgenomen activiteit zijn voornamelijk gekozen op grond van de goede erva-ringen die tot op heden in Nederland en elders zijn op-gedaan.

Uitvoering B: Volumereductie

Het uitvoeringsalternatief waarmee een zo groot moge-lijke volumereductie bereikt kan worden, betekent het volgende:

Een maximale toepassing van verbranden voor het vloeibare en vaste laag- en middelradioactief afval. Voor zover mogelijk het verkleinen en persen van onbrandbaar afval. Opslag van residu en verkleinde delen in containers in plaats van fixeren. Het aan-houdend afval vormt hierop een uitzondering. Ver-branding van deze afvalstoffen vereist vergaande voorzorgsmaatregelen om stofbesmetting te voorkomen.

De volumereductie heeft alleen zijn uitwerking op de behandeling van het laag- en middelradioactief afval en heeft geen invloed op de categorie hoogradioactief af-val, kernsplijttingsafval of bestraalde splijtstofelemen-ten. De opslag van KSA cilinders is voorzien in een vault voor scenario 1 en 2, terwijl de bestraalde splijtstofelementen in een waterbassin worden opgesla-gen. Om een alternatief te bieden voor de voorgenomen activiteit, waarin reeds gebruik gemaakt wordt van een 'vault' opslag voor scenario 2 wordt in het uit-voeringsalternatief B voor scenario 2 de opslag in con-tainers geïntroduceerd om haar consequenties voor het milieu te kunnen beschouwen.

Uitvoering C: Minimaliseren van handelingen

Dit alternatief wordt vanwege het minimaliseren van handelingen beschouwd als het alternatief waarbij de best bestaande mogelijkheden ter bescherming van het milieu worden toegepast. Verondersteld is namelijk dat het aantal emissiemogelijkheden hierbij wordt ge-minimaliseerd. Zo wordt bijvoorbeeld het in 100-liter va-ten ingezameld laag- en middelradioactief afval direct met beton in een 200-liter vat verpakt. De organische vloeistoffen worden verbrand. Hoogradioactief- en kernsplijttingsafval of bestraalde splijtstofelementen worden direct in transport-opslagcontainers oo-geslagen.

Bouwvolume en terreinbeslag

Het terreinbeslag van de faciliteit is uitgewerkt voor de voorgenomen activiteit en voor de uitvoeringsalterna-tieven. Hieruit blijkt dat

- de terreinbehoefte voor scenario 1 ligt tussen 15 en 28 ha.
- scenario 2 gemiddeld circa 5 ha extra terrein-voorzieningen vergt voor het afval afkomstig van de uitbreiding met 2000 MWe door kernenergie opgewekt elektrisch vermogen.
- het niet opwerken van de bestraalde splijtstof-elementen qua ruimtebeslag geen noemenswaardige besparing (1-2 ha) oplevert.
- het uitvoeringsalternatief B (maximale volume-reductie) circa 5 ha minder terrein nodig heeft dan de voorgenomen activiteit.
- het uitvoeringsalternatief C (minimum aan handel-ingen), circa 9 ha meer terrein vereist dan de voor-genomen activiteit.

Registratie, detectie en controle

Het aangeboden afval wordt geregistreerd op her-komst, inhoud, activiteit en isotopensamenstelling. Steekproefgewijs vindt controle plaats of aan de voor-waarden is voldaan volgens welke het radioactief afval aan COVRA dient te worden aangeboden. Na verwerking en verpakking vindt registratie van het eindproduct plaats: vatnummer, aanmaakdatum, opper-vlaktedosis tempo, opslagpositie, gewicht, totale acti-veit, nuclidinhoud en afvalproducenten. Op de verpakking is het registratienummer en het stralings-niveau aangegeven.

Voor hoogradioactief opwerkingsafval of bestraalde splijtstofelementen vindt registratie en controle van het reeds verpakte materiaal plaats.

Ten behoeve van opslag worden zowel de herkomst, de gespecificeerde producteigenschappen als de posi-tie in de opslagruimte gedocumenteerd.

In het kader van het Euratomverdrag en het Nonproliferatieverdrag vindt controle op de hoeveelheid splijtstoffen in de elementen plaats door het Internationaal Agentschap voor Atoom Energie (IAEA) en Euratom gezamenlijk

Lozingen van radioactiviteit worden permanent gecontroleerd door metingen. De controle hierop vindt plaats door het Staatstoezicht op de Volksgezondheid

De controle op de veiligheid en de stralingsbescherming binnen de centrale faciliteit vindt plaats door de wachtdienst en de stralingscontroledienst

Controle op de deugdelijke werking van veiligheidssystemen en de arbeidsomstandigheden vindt daarnaast plaats door de Kernfysische Dienst van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid

Financiële aspecten

Het financiële beleid dat door COVRA gevoerd wordt, is gericht op een kostendekkende exploitatie van

- het inzamelen, het verwerken en het opslaan van het afval
- het onderzoek naar behandelings-, opslag- en verwijderingsmethoden
- het verwijderen van het radioactief afval in een eind-opberging.

Op basis van het principe "de vervuiler betaalt" worden door COVRA op grond van voorcalculatie tarieven vastgesteld. Er worden aparte voorzieningen gevormd voor investeringen ten behoeve van definitieve verwijdering. Voorzieningen ten behoeve van het kernsplijttingsafval zullen niet drukken op tarieven voor laag- en middelradioactief afval

Het jaarverslag en de tarieven zijn publieke informatie

Schaderegeling

Schade in geval van een ongeval met radioactief afval is ongeacht de schuldvraag, rechtstreeks te verhalen op COVRA tot een bedrag van in totaal 200 miljoen gulden. COVRA heeft zich hiertoe verzekerd. Daarboven wordt schade tot een bedrag van 1 miljard gulden gedekt door de staat en door de lidstaten van het terzake geldende verdrag van Brussel

Aandeelhoudersovereenkomst

In de aandeelhoudersovereenkomst is vastgelegd dat indien COVRA om welke reden dan ook niet meer kan functioneren, de rijksoverheid bereid is het beheer op zich te nemen van het tot dat moment aan COVRA overgedragen radioactief afval

Besluitvorming

Wanneer de locatie voor de centrale opslagfaciliteit bekend is, zal COVRA een vergunning in het kader van de kernenergiewet aanvragen. Daarbij zal tevens een locatie gebonden MER worden ingediend. Hierbij zullen de besluitvormings- en inspraakprocedures worden gevolgd zoals vastgelegd in de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiene en in de AMvB inzake werkingsfeer van milieueffectrapportage

Bestaande toestand van het milieu

De in ons leefmilieu aanwezige radioactiviteit en straling is zowel van natuurlijke als van kunstmatige oorsprong

Natuurlijke straling

Kosmische straling en radioactieve stoffen in de aardbodem vormen de belangrijkste natuurlijke stralingsbronnen. De radioactiviteit in de bodem wordt voor het grootste deel veroorzaakt door radionucliden, die reeds bij het ontstaan van de aarde aanwezig waren. Verschil in bodemsamenstelling maakt dat kleigrond een relatief hoge stralingsdosis en zandgrond een relatief lage stralingsdosis geeft

Door oplossen en eroderen van de bodem komen radioactieve stoffen in het oppervlakte- en grondwater terecht

In het voedsel komen dezelfde radionucliden voor als die welke worden aangetroffen in de bodem en in het water

Via de lucht en ons voedsel nemen wij radioactieve stoffen op. Ook bevat het menselijk lichaam van nature bouwstoffen, die zelf radioactief zijn. Radioactiviteit in bouwmaterialen is een natuurlijke stralingsbron waarvan het gebruik evenwel door de mens te kiezen is

Kunstmatige straling

Verreweg de belangrijkste kunstmatige stralingsdosis in Nederland is het gevolg van medisch-therapeutische toepassingen (ca. 20% van de totale stralingsdosis). Bovengrondse kernwapenproeven hebben de belangrijkste bijdrage geleverd aan de kunstmatige radioactiviteit in de lucht. De kunstmatige radioactiviteit in de bodem wordt voornamelijk bepaald door neerslag van radioactieve stoffen uit de lucht. In het oppervlakte- en drinkwater is tritium, afkomstig van neerslag uit de lucht en lozingen van nucleaire installaties een belangrijke bron

Meetprogramma

Jaarlijkse metingen van radioactieve stoffen in het milieu vinden sinds 1963 plaats.

De stralingsdosis ten gevolge van de natuurlijke en kunstmatige stralingsbronnen, waaraan de bevolking in Nederland wordt blootgesteld, bedraagt gemiddeld 2,5 mSv per jaar

Invloed op het milieu

De gevolgen voor het milieu van de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven zijn geanalyseerd

Stralingsbelasting

Het transport, de verwerking en de opslag van radioactief afval hebben in de centrale faciliteit en in de omgeving stralingsbelasting tot gevolg. Hierbij is onderscheid te maken tussen directe straling afkomstig van het opgeslagen afval en straling ten gevolge van lozingen van radionucliden.

De lozingen kunnen zowel leiden tot inwendige bestraling van de mens via inademing en opname via voedsel en drinkwater als tot uitwendige bestraling.

In dit MER worden de locatie onafhankelijke lozingspaden en blootstellingswegen besproken, welke plaatsvinden via de lucht.

Aangezien de locatie nog niet bekend is en dus de aanwezigheid, ligging en aard van oppervlaktewater en de aard van de bodem niet bekend zijn, kan de verspreiding van radionucliden in water en bodem nog niet geanalyseerd worden. Wel worden de lozingen via oppervlaktewater en de depositie van radionucliden uit de lucht op de bodem aangegeven.

In de analyse is onderscheid gemaakt tussen normale bedrijfsomstandigheden en storingen en ongevallen, waarvan een aantal met externe oorzaak zoals:

- grote overstromingen
- aardbevingen en verzakkingen
- windhozen en zware stormen
- gasexplosies
- neerstortend vliegtuig en brand.

Voor de gebouwen voor opslag en verwerking van laag- en middelradioactief afval worden geen speciale ontwerpmaatregelen genomen tegen ongevallen met een externe oorzaak. Dit is wel het geval voor de opslaggebouwen voor hoogradioactief afval vanwege de veel grotere hoeveelheid radioactiviteit die hierin is opgeslagen.

Normale bedrijfssituatie

Uit de analyse blijkt dat de stralingsbelasting aan de terreingrens bij normaal bedrijf van de faciliteit voor de drie beschouwde uitvoeringsalternatieven een fractie is van de natuurlijke stralingsbelasting en valt binnen de hierin optredende variaties. De lozingen komen voornamelijk tot stand door verbranding van het laag- en middelradioactief afval en door de behandeling van eventueel lekkende splijtstofelementen. Deze lozingen van radioactieve stoffen maken hierbij circa 0,01 % uit van de totale maximale dosisverwachting van 0,15 mSv per jaar aan de terreingrens.

Storingen en ongevallen

Voor het verkrijgen van inzicht in de mogelijke gevaren die kleven aan de faciliteit is een aantal ongevallen beschreven, waarbij voor de meest ernstige ongevallen kwantitatieve analyses van de radiologische consequenties zijn uitgevoerd. Als meest ernstige ongeval kwam naar voren het neerstorten van een vliegtuig op een laadmachine die op dat moment gevuld is met bestraalde splijtstofelementen. De resulterende stralingsdosis aan de terreingrens blijkt van dezelfde orde van grootte te zijn als de jaarlijkse individuele stralingsbelasting uit natuurlijke stralingsbronnen (enkele mSv). Er zijn geen ongevallen denkbaar waarvoor evacuatie van omwonenden dient te worden overwogen. Ook is ingegaan op sabotage, terroristische acties, oorlogshandelingen en onbedoelde verwaarlozing van de faciliteit.

Overige milieuaspecten

Naast de radiologische effecten zijn ook de andere milieubelastingen in kaart gebracht. De lozingen in lucht, water en bodem zijn geïnventariseerd; mogelijke geluidsbronnen zijn aangegeven. Speciale aandacht is besteed aan de activiteiten tijdens de bouw van onderdelen van de faciliteit. Aangegeven is welke ruimtelijke en ecologische aspecten een rol spelen.

Belevingsaspecten

De persoonlijke en maatschappelijke beleving van de activiteit zijn een belangrijk onderdeel van de milieueffectrapportage. Door middel van de beschrijving van een aantal voorbeelden van besluitvormingsprocessen inzake vergelijkbare activiteiten in binnen- en buitenland is een beeld geschetst van de benaderingswijzen van initiatiefnemers van deze projecten en de reactie van de bevolking hierop.

De inspraakreacties van verschillende groeperingen (bedrijven, milieugroeperingen, afvalproducenten, per-

soneel en omwonenden) zijn geïnventariseerd en uitgesplitst naar belangrijke onderwerpen waarop de reacties betrekking hadden (o.a. veiligheid opslag, gezondheid, beleid, toekomstige afvalproductie)

Voorlichting en inspraak

Zoals op grond van ervaringen en verwachtingen blijkt, vraagt de bevolking om inspraak en informatie. Door invoering van de MER procedure wordt de bevolking in een vroegtijdig stadium geïnformeerd over de voorgenomen activiteit en wordt ze in de gelegenheid gesteld te participeren in de besluitvorming. Een regelmatige voorlichting over de ontwikkelingen in het bedrijf is wenselijk. De informatieverschaffing zal plaatsvinden via

- nieuwsbrieven
- de (plaatselijke) communicatiemedia
- informatiebijeenkomsten
- het voorlichtingscentrum op het terrein

COVRA is tevens de mening toegedaan, dat iedere geïnteresseerde particulier of groepering welkom is om het bedrijf te bezichtigen

Leemten in kennis

Leemten in kennis kunnen worden geconstateerd voor gegevens die betrekking hebben op

- de locatie
- de scenario's
- het al dan niet opwerken van bestraalde spijlstof-elementen
- de eindopberging
- de ontwerpsopecificatie voor systemen en constructies
- de voorspellingsmethoden

De onzekerheden en leemten zijn niet van dien aard dat nu nog geen goed beeld van de milieu effecten van de opslag en verwerkingsfaciliteit kan worden verkregen

De werkelijk optredende milieu effecten zullen in de toekomst worden geregistreerd door middel van metingen, die in de omgeving van de faciliteit zullen worden uitgevoerd in het kader van het nationale meetprogramma voor radioactieve en xenobiotische stoffen. De resultaten van deze metingen zullen worden vermeld in jaarlijks verschijnende openbare rapporten

Eventuele volg of secundaire activiteiten

Dit MER beschrijft de milieu effecten van langdurige tijdelijke opslag (50-100 jaar) van radioactief afval in gebouwen. Echter, gezien de lange halveringstijden van sommige radioactieve stoffen, wordt het wenselijk geacht deze stoffen uiteindelijk op een zodanige wijze op te slaan, dat er geen menselijke zorg meer nodig is om het vrijkomen van deze stoffen in deze geconcentreerde vorm in de menselijke leefomgeving te voorkomen

Het beleid van de Nederlandse regering is vooral gericht op het onderzoeken van de volgende mogelijkheden voor de eindopberging van radioactief afval

a. opberging in de diepe ondergrond, waarbij het onderzoek zich voor Nederland richt op steenzoutformaties.

b. opberging in een internationaal opgezette faciliteit

Vergelijking van de milieu effecten

De bestaande toestand van het lokale milieu en de ontwikkeling daarvan kan in dit locatie onafhankelijk MER niet worden beschreven. Een vergelijking van de gevolgen voor het milieu in de drie uitvoeringsalternatieven leert dat de onderlinge verschillen tussen de maximaal te verwachten jaarlijkse stralingsdosis t.g.v. lozing van radioactieve stoffen in de lucht gering zijn.

De niet radiologische gevolgen zijn gering in omvang ten opzichte van andere industriële activiteiten

2. DOELSTELLING VAN DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT

Het toepassen van radioactieve stoffen in onderzoeksinstellingen, industrie, geneeskunde en het gebruik van kernenergie voor de electriciteitsproductie brengen onvermijdelijk het ontstaan van radioactief afval met zich mee

Onder radioactief afval wordt verstaan alle niet meer te gebruiken radioactieve stoffen en (mogelijk) met radioactieve stoffen besmette voorwerpen. Een toelichting op de begrippen radioactiviteit en straling is gegeven in bijlage 2.1

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de achtergronden en voorgeschiedenis van het radioactief afvalbeleid van de regering. Daarnaast wordt een opsomming gegeven van het huidige aanbod aan radioactief afval. Op grond van dit aanbod en de prognoses voor het toekomstig aanbod worden schattingen gegeven over de hoeveelheden radioactief afval die in de toekomst verwerkt en opgeslagen moeten worden.

In de afsluitende paragraaf van dit hoofdstuk wordt de doelstelling van dit MER nader omschreven.

2.1 ACHTERGRONDEN EN VOORGESCHIEDENIS

Onderzoek

Tezamen met het Verenigd Koninkrijk, België en Zwitserland maakte Nederland in het verleden gebruik van de mogelijkheid vast verpakt laag- en middelradioactief afval onder internationaal toezicht in de Atlantische Oceaan te dumpen.

Dit riep aan het einde van de jaren zeventig vele maatschappelijke en politieke bezwaren op. Bovendien werd in het begin van de jaren tachtig vormgegeven aan de zogenaamde I B C. criteria voor het afvalbeleid. Volgens deze criteria moet al het afval worden geïsoleerd (I), beheerst (B) en gecontroleerd (C).

In maart 1981 werd door de regering de commissie "Heroverweging Verwijdering Radioactief Afval" ingesteld, om haar te adviseren over een andere wijze van verwijdering van laag- en middelradioactief afval dan door middel van het storten in de Atlantische Oceaan. In deze commissie hadden specialisten, overheidsfunctionarissen en deskundigen van milieugroeperingen zitting. De commissie adviseerde de volgende alternatieve verwijderingsmogelijkheden:

- opslaan in constructies boven het aardoppervlak
- opslaan in constructies beneden het aardoppervlak
- verwijdering in diepgelegen geologische formaties op land
- verwijdering door verbranding (voor bepaald type afval)

Tevens werd een zekere mate van gescheiden inzamelen van de verschillende soorten aangeboden radioactief materiaal aanbevolen (ref. 1).

Eveneens in 1981 werd de beleidscommissie "Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval" (ILONA) door de regering ingesteld. Deze commissie heeft als taak de bestaande projecten en onderzoeken op het gebied van radioactief afval te coördineren, de internationale relaties en samenhang op dit vlak nader uit te werken en te verdiepen en de nodige initiatieven te nemen om nieuwe opties of aspecten te volgen en zo nodig te doen onderzoeken.

Het ILONA onderzoek heeft zich met name toegespijt op de verwijdering van kernsplijtingsafval (KSA) en bestraalde splijtstofelementen.

Een tweetal ILONA studies zijn van direct belang voor het MER.

- de MINSK-studie over de mogelijkheid van interimopslag van bestraalde splijtstofelementen en kernsplijtingsafval in Nederland (ref. 2)
- de OPLA-studie over het onderzoeksprogramma inzake geologische opberging in Nederland (ref. 3)

In de MINSK-studie wordt geconcludeerd dat bovengrondse interimopslag van bestraalde splijtstofelementen en/of kernsplijtingsafval in Nederland, bij de huidige stand van de techniek, milieuhygiënisch verantwoord te realiseren is.

In het OPLA-rapport wordt geconcludeerd dat de resultaten van het in binnen- en buitenland uitgevoerde onderzoek aangeven, dat veilige opberging van radioactief afval in de diepe ondergrond mogelijk is. In Nederland zou opberging in steenzoutformaties een goede mogelijkheid kunnen bieden. Nagegaan moet worden waar de geologische en geohydrologische omstandigheden in Nederland het eventuele gebruik van deze mogelijkheid toestaan.

De regering heeft de conclusies van de OPLA en MINSK rapporten onderschreven (ref. 4). De Tweede Kamer heeft ingestemd met dit standpunt.

Omdat de lopende contracten voor opwerking van splijtstofelementen voorzien in de mogelijkheid, dat kernsplijtingsafval in de jaren negentig zal kunnen worden teruggezonden, staat de Nederlandse regering op het standpunt, dat de voorbereiding van de bouw van een interimopslag in Nederland op korte termijn noodzakelijk is. Wanneer een dergelijke bovengrondse opslagfaciliteit beschikbaar is, wordt voorkomen dat onnodige tijdsdruk ontstaat op onderzoek, verguningsprocedures en besluitvorming voor de definitieve opberging van radioactief afval.

Interimbeleid

Dumping van laag- en middelradioactief afval kon pas definitief verlaten worden toen er een alternatief was.

Dit alternatief bestond uit een zeer tijdelijke opslag voor alleen deze afvalsoorten op het terrein in de gemeente Zijpe van COVRA, welke organisatie in 1982 is opgericht.

Bij het bestuurlijk overleg dat tot deze tijdelijke oplossing leidde is aan het gemeentebestuur van Zijpe toegezegd dat de militaire schietactiviteiten, die veel geluidsoverlast in die gemeente veroorzaakten, sterk zouden worden verminderd en dat voor 1 januari 1986 het lange termijnbeleid inzake opslag door de regering bekend zou worden gemaakt. Tevens is toegezegd dat alles in het werk zal worden gesteld dit beleid voor 1 januari 1989 doch uiterlijk voor 1 januari 1994 te realiseren. In november 1983 is begonnen met de bouw van een tijdelijke opslagloods met een capaciteit voldoende voor de 5-jaars productie van laag- en middel-radioactief afval. De opslagloods is in 1984 in gebruik genomen.

Het lange termijnbeleid van de regering

Het lange termijnbeleid van de regering inzake radioactief afval is in 1984 met de Tweede Kamer besproken en is vastgelegd in de nota "Radioactief Afval" (ref. 5). Kort samengevat komt dit beleid neer op het volgende.

- Er moet worden voorkomen dat radioactief afval ongecontroleerd in het milieu terecht komt. Dit betekent het isoleren, beheersen en controleren van dit afval (I.B.C. criteria). Omdat in Nederland slechts weinig radioactief afval wordt geproduceerd en omdat dit afval een specialistische zorg ten aanzien van de milieu- en arbeidshygiënische aspecten vergt, is een centrale faciliteit voor inzameling, verwerking en opslag gewenst. Daarnaast heeft een centrale faciliteit ook om financiële redenen (kostenbesparing) de voorkeur.
- Alle categorieën radioactief afval dienen op één locatie op land te worden opgeslagen. Op die locatie zal voldoende ruimte moeten zijn om al het genoemde afval dat de komende 50 tot 100 jaar zal ontstaan op te slaan. Een dergelijke opslag is op een milieuhygiënisch verantwoorde manier uit te voeren.
- De in 1982 opgerichte Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) zal deze taken op zich nemen.
- Te zijner tijd kan worden bezien of voor het dan nog radioactieve deel van het afval geologische opberging in eigen land zal moeten plaatsvinden of dat inmiddels mogelijkheden aanwezig zijn tot opberging elders in de wereld.

Regeringsstandpunt MDE

In het Eindrapport van de Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid (ref. 6) wordt met betrekking tot radioactief afval onder meer een groeiend vertrouwen signaleerd bij internationale organisaties en

deskundigen, dat in één à twee decennia het probleem van het afval veilig en tegen redelijke kosten kan worden opgelost.

In het regeringsstandpunt, dat betrekking heeft op de bouw van nieuwe kerncentrales, wordt gesteld dat enerzijds een interimopslagfaciliteit voor het afval van die centrales zal worden gerealiseerd en dat anderzijds voor definitieve opberging gedacht wordt zowel aan de bruikbaarheid van de Nederlandse steenzoutformaties als ook aan opbergingsmogelijkheden in het buitenland. Tijdens de discussie in de Tweede Kamer is het parlement met deze benadering accoord gegaan, waarbij als voorwaarde is gesteld dat vergunningverlening voor nieuwe kerncentrales eerst zal mogen plaatsvinden nadat de Tweede Kamer met de gekozen oplossing voor het afvalvraagstuk heeft ingestemd (bijlage 2.2).

De locatie van de centrale faciliteit voor radioactief afval

Voor de realisatie van het lange termijnbeleid is een locatie nodig voor de centrale faciliteit voor radioactief afval. Op deze locatie zal voldoende ruimte moeten zijn om gedurende de komende 50 tot 100 jaar al het Nederlandse radioactief afval op te slaan.

De commissie Locatiekeuze Opslagfaciliteit Radioactief Afval (LOFRA) (ref. 7) heeft de regering in oktober 1985 geadviseerd over twee mogelijke locaties. Na overleg met de betreffende lagere overheden zal kort daarna de uiteindelijke locatie bekend zijn. Onder andere voor het overleg met de lagere overheden is dit MER opgesteld, dat inzicht verschaft in de opzet van de faciliteit en de mogelijke gevolgen daarvan voor het milieu ongeacht de locatie waar een dergelijke faciliteit zou worden gerealiseerd. In een later stadium wordt dit MER, dat dan nader toegespitst zal worden op één locatie, tevens gebruikt bij de aanvraag voor een kern-energiewetvergunning.

Statuten van COVRA en de rol van de Staat

In de statuten van COVRA is als doelstelling opgenomen: "blijvend en bedrijfsmatig te voorzien in de zorg voor alle aangeboden radioactief afval". Bij de praktische uitvoering daarvan dient COVRA te handelen binnen de grenzen van het regeringsbeleid. De betrokkenheid van de regering is op een aantal manieren gewaarborgd. Zo is er vastgelegd dat er ten minste één overheidscommissaris zitting heeft in de Raad van Commissarissen van COVRA. De rol van de Staat is nader gepreciseerd in de statuten en de aandeelhoudersovereenkomst (zie bijlage 2.3 en 2.4).

Samenvattend komt het er op neer dat de overheids-commissaris recht van veto heeft inzake alle besluiten die essentieel zijn voor de taakuitvoering van COVRA. Bovendien heeft COVRA voor alle handelingen met radioactieve stoffen een kernenergiewetvergunning nodig. Aan die vergunning zijn voorschriften verbonden. Het Staatstoezicht op de Volksgezondheid en de Arbeidsinspectie zien erop toe dat COVRA zich aan deze voorschriften houdt.

Radioactieve afvalstoffen mogen op grond van de Kernenergiewet alleen aan een erkende ophaaldienst voor radioactief afval worden afgegeven. In die zin is COVRA als enige organisatie in Nederland erkend (ref. 8).

2.2 SOORTEN EN HOEVEELHEDEN RADIOACTIEF AFVAL, NU EN IN DE TOEKOMST

De toekomst en samenstelling van het Nederlands radioactief afval is zeer gevarieerd. Het grootste gedeelte (qua volume) is bedrijfsafval afkomstig van kerncentrales, onderzoeksinstellingen, industrie en ziekenhuizen. Tot deze categorie afval worden gerekend handschoenen, laboratoriumglaswerk, kleding, injectienaalden, plasticfolie, vloeistoffen, filterharsen en bezinkseis. Het overige deel van de afvalstroom wordt gevormd door splijtstofelementen die als brandstof in de kerncentrales zijn gebruikt.

Op basis van het oppervlakte stralingsdosistempo wordt het vaste radioactief afval ingedeeld in drie hoofdgroepen. In tabel 2.1 zijn deze drie hoofdgroepen met de daarbij behorende grenswaarden vermeld.

categorie	benaming	grenswaarde
laagactief	LAVA	< 2 mSv/uur
middelactief	MAVA	2-20 mSv/uur
hoogactief	HAVA	> 20 mSv/uur

Tabel 2.1 Indeling radioactief vast afval naar oppervlakte stralingsdosistempo

Het bedrijfsafval betreft uitsluitend laag- en middelradioactief afval. Alleen splijtstofstaven, die in een kern-energiecentrale zijn gebruikt en materialen, die door langdurige neutronen-bestraling sterk zijn geactiveerd, leveren hoogactief afval. De bestraalde splijtstofelementen bevatten zeer veel activiteit. De door het radioactief verval geproduceerde warmte maakt, dat dit afval gekoeld dient te worden opgeslagen.

In de volgende paragrafen is op basis van deze indeling het huidige aanbod van radioactief afval aan COVRA in beeld gebracht. Aangezien COVRA op de te realiseren centrale locatie over voldoende verwerkings- en opslagcapaciteit moet beschikken om gedurende de komende 50 tot 100 jaar al het Nederlandse radioactief afval op te slaan, is tevens een prognose gemaakt van het toekomstige aanbod.

In dit kader zijn twee scenario's opgesteld.

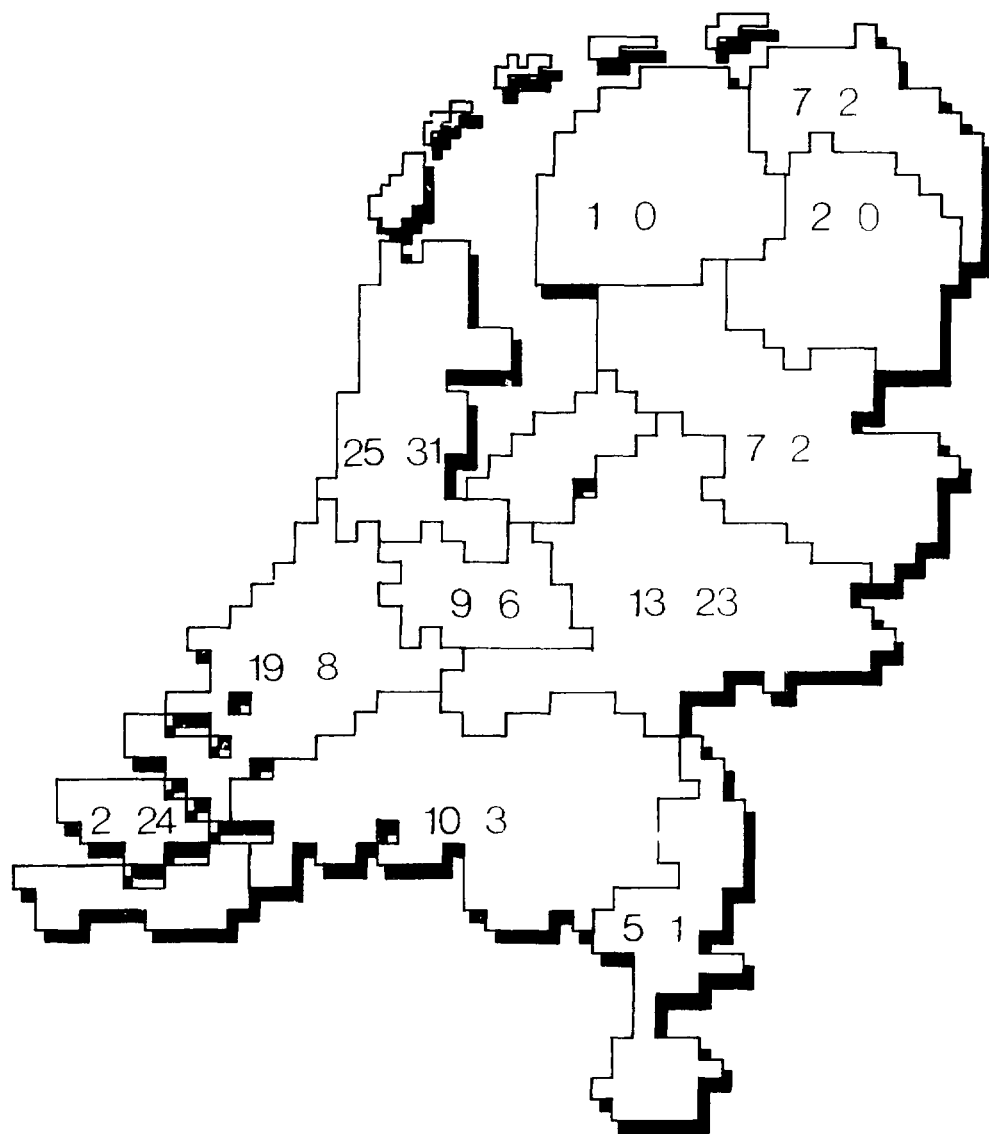
Huidige aanbod van radioactief afval

In Nederland zijn circa 300 leveranciers, die laag- en middelradioactief afval aanbieden aan COVRA. Tabel 2.2 geeft een overzicht van het jaarlijkse aanbod van door COVRA te verwerken laag- en middelradioactief afval.

Uitzondering hierop vormt de door de kerncentrales zelf verwerkte en verpakte hoeveelheid vastgemaakt slib etc., deze behoeft niet alsnog door COVRA te worden verwerkt.

Aard aangeboden afval	volume (m ³ /j)
Vast afval	575
Kadavers	5
Organische vloeistoffen	25
Anorganische vloeistoffen	80
Vast slib enz. kerncentrales	450

Tabel 2.2 Jaarlijks aanbod van laag- en middelradioactief afval



% producenten
 % volume

Figuur 2.1 Afvalaanbod in Nederland in 1984, aangegeven in procenten per provincie

Bijlage 2.5 geeft een opsomming van de belangrijkste radionucliden, die worden aangetroffen in de genoemde typen laag- en middelradioactief afval. Daarbij zijn enkele karakteristieke gegevens vermeld zoals halveringstijd, wijze van verval en de instelling waar ze voor namelijk worden gebruikt.

In figuur 2.1 is het procentuele aanbod per provincie aangegeven.

Toekomstig aanbod van radioactief afval

SCENARIO 1

Gelijkblijvende afvalproductie gedurende 100 jaar van onderzoeksinstellingen, industrie, ziekenhuizen en een 30-jarige bedrijfstijd van de kerncentrales te Borssele (KCB) en Dodewaard (KCD).

Uitgangspunt in dit scenario is, dat de aangeboden hoeveelheid laag- en middelradioactief afval in de loop der tijd niet wezenlijk zal wijzigen. In paragraaf 2.3 wordt een nadere toelichting op dit standpunt gegeven. Naast deze afvalstromen wordt rekening gehouden met het afval, dat in de jaren negentig door de opwerkingsfabrieken in Frankrijk en Engeland kan worden teruggestuurd. Dit afval bestaat uit het warmteproducerende kernsplijtingsafval (KSA) dat in een glasblok is verwerkt en hoog-, middel- en laagradioactief afval, dat bij het opwerkingsproces is ontstaan.

In totaal kunnen er circa 300 KSA cilinders worden teruggezonden uitgaande van de geplande bedrijfstijd van de kerncentrales Dodewaard en Borssele. Daarnaast zullen circa 200 cilinders met hoogradioactief afval dat eveneens warmte produceert, kunnen worden teruggezonden en ruim 2000 m³ verpakt niet-warmteproducerend hoog-, middel- en laagradioactief afval (bijlage 2.5).

Indien de bestraalde splijtstofelementen van Borssele en Dodewaard niet zouden worden opgewerkt en deze zouden moeten worden opgeslagen, zou dit voor beide centrales resulteren in totaal 2140 bestraalde splijtstofelementen (ref. 2).

scenario 1 (S1)

**Gelijkblijvende afvalproductie van
onderzoeksinstellingen, ziekenhuizen
en industrie en een 30-jarige
bedrijfstijd van de kerncentrales te
Dodewaard en Borssele.**

kerncentrales te Borssele en Dodewaard. Er zal sprake zijn van zowel laag-, middel- als ook laagradioactief afval. In totaal wordt met meerdere duizenden m³ afval rekening gehouden.

Daarnaast wordt jaarlijks een deel van de bestrahlingsbronnen gebruikt in de gezondheidszorg en de industrie (kankertherapie, voedselbestraling, sterilisatie, etc.) in Nederland als radioactief afval aangeboden. Het gaat hier om een verpakte hoeveelheid van circa 1 m³ per jaar. Het grootste deel kan in het algemeen naar de buitenlandse leveranciers worden teruggezonden.

SCENARIO 2

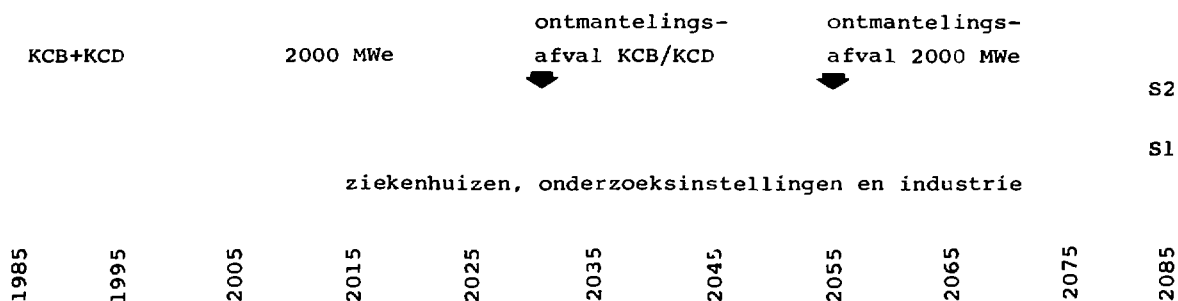
Het afvalaanbod van scenario 1 wordt uitgebreid met het afval ontstaan bij een 30-jarige bedrijfstijd van een nog te installeren nucleair vermogen van 2000 MWe. Van deze afvalstroom is een schatting gemaakt voor de 2000 MWe extra. De werkelijke hoeveelheden afval zullen afhangen van met name het type reactor dat zal worden gebouwd. Bij de schatting is uitgegaan van 2 drukwater reactoren.

scenario 2 (S2)

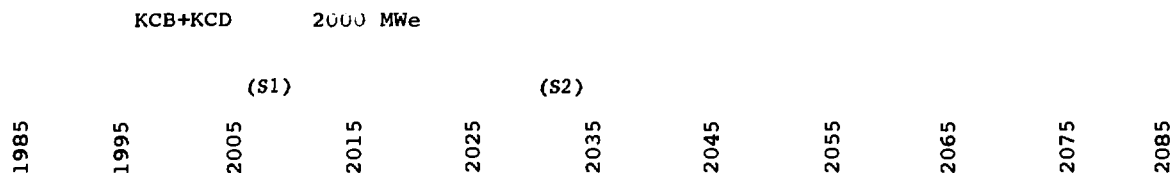
**De afvalproductie van scenario 1
uitgebreid met het afval ontstaan bij
een 30-jarige bedrijfstijd voor een
nog te installeren nucleair vermogen
van 2000 MWe.**

Een tweede afvalstroom waarmee rekening wordt gehouden, maar waarvan de omvang momenteel niet precies kan worden aangegeven, is het ontmantelingsafval van onderzoeksreactoren, laboratoria en van de

Figuur 2.2 Jaarlijks aanbod van LAVA/MAVA in Nederland voor beide scenario's



Figuur 2.3 Jaarlijks aanbod van bestraalde splijtstofelementen in Nederland voor beide scenario's



In figuur 2.2 is aangegeven hoe gedurende de komende 100 jaar voor beide scenario's het jaarlijkse aanbod van LAVA/MAVA zich zal ontwikkelen. Tevens is aangegeven wanneer het ontmantelingsafval aan COVRA zou kunnen worden aangeleverd.

In figuur 2.3 is de ontwikkeling in het jaarlijkse aanbod van gebruikte splijtstofelementen dan wel KSA voor beide scenario's aangegeven.

Gedetailleerde getalsmatige informatie is gegeven in bijlage 2.5.

2.3 MOGELIJKE AFWIJKINGEN VAN DE TOEKOMSTIGE HOEVEELHEDEN RADIOACTIEF AFVAL

Wat betreft het laag- en middelradioactief afval is er geen aanleiding om grote veranderingen in het aanbod te veronderstellen. Enerzijds worden er methoden ontwikkeld, die kunnen leiden tot een kleinere hoeveelheid afval, anderzijds worden ook nieuwe toepassingsmogelijkheden voor radioactieve stoffen gevonden. Bij de kerncentrales zou eigen verwerking van een deel van het laag- en middelradioactief afval kunnen leiden tot een kleiner aanbod te verwerken afval. Zo is door de KCD besloten tot het installeren van een eigen proefverbrandingsoven op het terrein van de kerncentrale Dodewaard. Dit zal tot gevolg hebben dat er minder onverwerkt afval aan COVRA wordt aangeboden. Het aanbod aan verpakte restproducten uit deze oven maakt dat de totale hoeveelheid afval in opslag bij COVRA niet wezenlijk zal wijzigen. Het is voor de opslagcapaciteit immers niet van belang wie het verwerken van het afval verzorgt.

Bij de industrie, onderzoeksinstellingen en ziekenhuizen vindt een ontwikkeling plaats tot zorgvuldiger scheiding aan de bron en het inrichten van tijdelijke opslagruimten waar verval van kortlevende radionucliden kan plaatsvinden. In de toekomst kan dit een verdere verlaaging van het aanbod van deze producenten teweegbrengen. Het aandeel van deze categorie in het totale aanbod is echter zo gering (ref. 9 en 10) dat ook dit effect op het totaal niet van grote invloed mag worden geacht.

Samenvattend betekent dit, dat de enige verandering in het aanbod, die van wezenlijk belang is voor de voorgenomen activiteit bepaald wordt door het al of niet in bedrijf komen van nieuwe kerncentrales. De consequenties hiervan zijn weergegeven in figuur 2.4 waarin het te verwachten aanbod voor scenario 1 (geen uitbreiding kernenergie) en scenario 2 (uitbreiding kernenergie met 2000 MWe) is weergegeven.

Mocht in de toekomst besloten worden tot eventueel nog verdere uitbreiding van stroomopwekking door middel van kernenergie dan heeft dit uiteraard consequenties voor de totaalhoeveelheden radioactief afval. Deze consequenties zijn tamelijk eenvoudig te herleiden uit de verschillen tussen de hier gehanteerde scenario's.

De belangrijkste consequenties voor een uitbreiding met 4000 MWe in plaats van de in scenario 2 gehanteerde 2000 MWe zijn nader uitgewerkt in bijlage 2.6.

150.000 m³

100.000

50.000

kerncentrales:

o opwerkingsafval

o ontmantelingsafval

o bedrijfsafval

onderzoeksinstellingen, industrie, ziekenhuizen:

o ontmantelingsafval

o bedrijfsafval

scenario 1 scenario 2

Figuur 2.4 Effect uitbreiding kernenergie op hoeveelheid afval (in opslag na 100 jaar)

2.4 DOEL VAN HET PROJECT

Het doel van het project kan worden omschreven als: het op één locatie realiseren van een verwerkingsfaciliteit voor laag- en middelradioactief afval en een bovengrondse opslagfaciliteit voor al het radioactief afval dat

de komende 50-100 jaar in Nederland geproduceerd zal worden.

Hierbij wordt opgemerkt, dat voor bestraalde splijtstof-elementen en opwerkingsafval op de bedoelde locatie geen verwerking, maar uitsluitend opslag en eventueel herverpakking voorzien is. Verwerking van dit afval kan gebeuren door opwerking. Dit geschiedt in het buitenland, waarbij de verpakte restproducten na terugzending voor opslag in de faciliteit in aanmerking komen. In dit MER is uitgegaan van een inzamel en opslagperiode van 50-100 jaar. Dit betekent echter niet, dat een interim opslag- en verwerkingsfaciliteit na deze periode niet meer nodig zal zijn. Ook na het in gebruik nemen van een eindbergingsfaciliteit zal een verwerkingsfaciliteit en een interimopslagplaats nodig zijn, althans zolang er in Nederland radioactieve stoffen toegepast blijven worden waarbij radioactief afval ontstaat.

Of er na deze periode gebruik zal worden gemaakt van dezelfde gebouwen en faciliteiten zal mede afhangen van de technische levensduur- verwachting en de dan toe te passen verwerkings- en opslagmethoden. De opbouw van de faciliteit zal zodanig zijn dat er voldoende *flexibiliteit is om aanpassingen te doen in overeenstemming met de inzichten die er over 50-100 jaar bestaan*. Echter het zal altijd mogelijk zijn de faciliteit volledig te ontmantelen en het terrein voor andere toepassingen geschikt te maken.

3. BESCHRIJVING VAN DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN UITVOERINGSALTERNATIEVEN

In November 2012, the MER, a team composed of
 David Guggenheim and the COVHA, set to conduct the
 first-ever national election in the country.
 On 14th August, COVHA held an important meeting
 of the national 'High Level' group of Human Rights
 and Gender Justice in the region.

- [illegible]

[illegible][illegible]

B. de Boer heeft nog een belangrijke aanpakrichting en de
aanpakwijze van het MHR zal ook te weten komen.

- **„Kochbuch“** ist ein **Handbuch** der **Verpackung** (Kochbuch ist ein **Handbuch** der **Verpackung**)
- **Handbuch** ist ein **Handbuch** der **Verpackung** (Handbuch ist ein **Handbuch** der **Verpackung**)
- **Handbuch** ist ein **Handbuch** der **Verpackung** (Handbuch ist ein **Handbuch** der **Verpackung**)

3.1 DE VOORGENOMEN ACTIVITEIT

Don't forget that the only way to get a CARRA is to get a permit
Don't forget that the only way to get a CARRA is to get a permit
and that the only way to get a CARRA is to get a permit

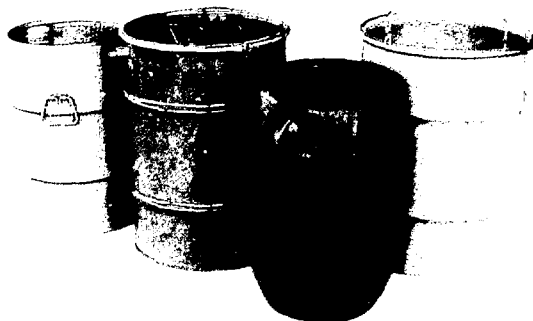
Wasche die in 1 Liter Wasser 10 Gramm feinstes Mehl in 1000 Gramm Wasser
in ein Reibschale, wusch mit 1 Liter Wasser ab, und wusch
in die Reibschale 10 Gramm feinstes Mehl in 1000 Gramm Wasser
ab. Das Reibschale wusch mit 1 Liter Wasser ab, und wusch
in die Reibschale 10 Gramm feinstes Mehl in 1000 Gramm Wasser
ab. Das Reibschale wusch mit 1 Liter Wasser ab, und wusch
in die Reibschale 10 Gramm feinstes Mehl in 1000 Gramm Wasser
ab.

Inzameling en transport van laag- en middelradio-actief afval

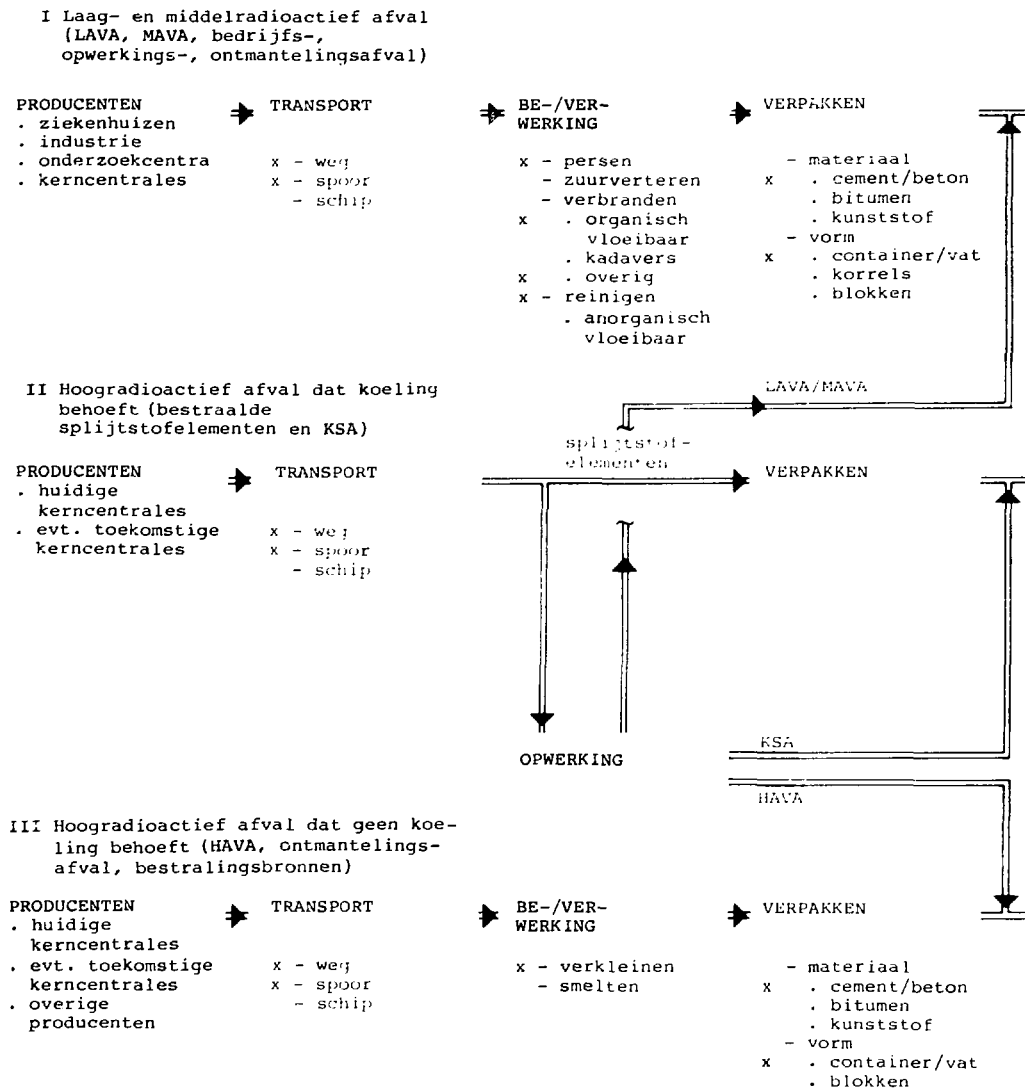
Voor het transport van het laag- en middelh radioactief afval in Nederland wordt zowel voor scenario 1 als 2 uitgegaan van vervoer over de weg. Een uitzondering is het transport van opwerkingsafval naar de centrale faciliteit. Dit transport geschiedt per schip en per spoor, eventueel gecombineerd met wegtransport. Dit wordt in bijlage 5.2 nader toelicht.

Uitvoerings- alternatief	Omschrijving
A	voorgeplande activiteiten
B	aanpak voor bestaande activiteiten
C	aanpak voor nieuwe handelingen

Die in der Tabelle angegebenen Werte für M_{eff} entsprechen den
mittleren gemessenen Werten für die verschiedenen Stufen der Ver-
schleißung. Die Werte für die mittlere Verschleißgeschwindigkeit v_{eff}
sind aus der Beziehung $v_{\text{eff}} = M_{\text{eff}} / \rho$ berechnet. Von diesen
Werten ist die mittlere v_{eff} für die mittlere Verschleißgeschwin-
digkeit v_{eff} für die mittlere Verschleißgeschwindigkeit v_{eff} berechnet.



Figuur 3.1 Behandelingsschema radioactief afval



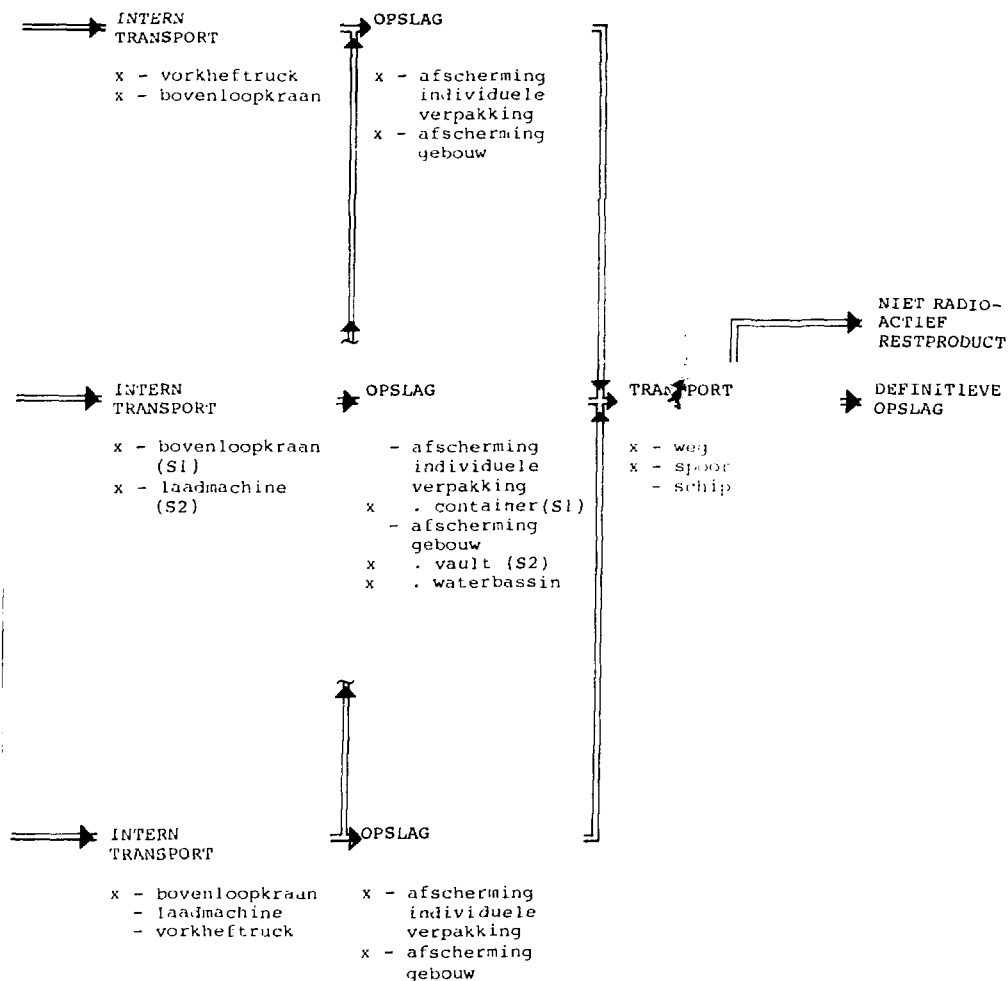
Activiteiten die zullen worden uitgevoerd op de locatie van de OUVRA

Activiteiten waarvoor varianten mogelijk zijn.

x : voorgenomen activiteit

- }
- } : varianten
- }

S1, S2 : scenario 1, 2



Tabel 3.1 Beschrijving van de voorgenomen activiteit en de alternatieven

	Scenario 1 KCB, KCD + overige producenten		Scenario 2 KCB, KCD, overige producenten + 2000 MW	
	opwerken	niet opwerken	opwerken	niet opwerken
<u>Aanbod afvalcategorieën</u>				
<u>Laag- en middelradioactief afval</u>				
- bedrijfsafval				
. vast afval	575 m ³ /j		795 m ³ /j	
. kadavers	5 m ³ /j		5 m ³ /j	
. organische vloeistoffen	25 m ³ /j		5 m ³ /j	
. anorganische vloeistoffen	80 m ³ /j		80 m ³ /j	
. vast slib kerncentrales	450 m ³ /j		1.100 m ³ /j	
- ontmantelingsafval (90% van totaal)	18.000 m ³		36.000 m ³	
- opwerkingsafval (LAVA, MAVA)	1.900 m ³		10.000 m ³	
<u>Hoogradioactief afval (koeling)</u>				
- kernsplijtingsafval (KSA)	60 m ³	-	270 m ³	
- opwerkingsafval (HAVA) warmteproducerend)	300 m ³		1.500 m ³	
- bestraalde splijtstofelementen	-	2.150	-	6.000
<u>Hoogradioactief afval (geen koeling)</u>				
- opwerkingsafval (HAVA)	220 m ³	-	1.100 m ³	
- ontmantelingsafval (10% van totaal)	2.000 m ³		4.000 m ³	
- bestralingsbronnen	1 m ³ /j		1 m ³ /j	
<u>Aanbod totaal (na 100 jaar)</u>				
	91.000 m ³	89.000 m ³	147.000	136.000 m ³
<u>Transport en inzameling</u>				
<u>Bedrijfsafval</u>				
ontmantelingsafval,	weg		weg	
	weg		weg	
<u>LAVA, MAVA opwerkingsafval</u>				
KSA, HAVA opwerkingsafval of	spoor/weg		spoor/weg	
splijtstofelementen	spoor/schip		spoor/schip	
	weg (KCB,KCD)		weg (KCB,KCD)	
	spoor/schip		spoor/schip	
	{opwerkings-}		{opwerkings-}	
	bedrijven}		bedrijven}	
			spoor/schip	
			{opwerkings-}	
			bedrijven}	

Tabel 3.1 Beschrijving van de voorgenumen activiteit en de alternatieven (vervolg)

		Voorge omen activiteit A	B	Uitvoeringsalternatief C
Verwerking (bedrijfsafval)				
Vast afval				
- kortlevend		geen verwerking	verbranden	geen verwerking
- cellulose, katoen, kunststoffen		persen	"	"
- actieve kool		"	persen	"
- alfa-houdend		"	verkleinen	"
- onbrandbaar/persbaar		verkleinen	"	"
- onbrandbaar/onpersbaar		verbranden	verbranden	"
Kadavers				
Organische vloeistoffen		"	"	verbranden
Anorganische vloeistoffen		reinigen	reinigen	reinigen
Vast slib kerncentrales		geen verwerking (verpakt produkt)	geen verwerking	geen verwerking
Verpakking				
Bedrijfsafval a.				
- vast afval		geperst afval	geperst afval en slib	onverwerkt bedrijfs-
- kadavers		verbrandingsresten,	binden met beton in	afval, verbrandings-
- organische vloeistoffen		slib en verkleind afval	vaten	resten en slib
- anorganische vloeistoffen		binden met beton in	verbrandingsresten en	binden met beton in
		vaten	verkleind afval verpak-	vaten
			ken in vaten	
- vast slib kerncentrales		geen extra verpakking	geen extra verpakking	geen extra verpakking
Opwerkingsafval (LAVA, MAVA, HAVA, KSA)				
Splijststofelementen	scenario 1	overpakken KCB, KCD elementen in opslag-	overpakken KCB, KCD elementen in opslagboxen	overpakken KCB, KCD elementen in opslag-
	scenario 2	containers verpakken alle elementen in opslagcilinders	overpakken alle elemen-	containers
			ten in opslagboxen	
Intern transport				
- Bedrijfsafval				
- Ontmantelingsafval		vorkheftruck	vorkheftruck	vorkheftruck
		vorkheftruck/ bovenloopkraan	vorkheftruck/ bovenloopkraan	vorkheftruck/ bovenloopkraan
- Opwerkingsafval				
. LAVA, MAVA		vorkheftruck	vorkheftruck	vorkheftruck
. HAVA		bovenloopkraan	bovenloopkraan	bovenloopkraan
. KSA	scenario 1	(opslagcontainers)	laadmachine	(opslagcontainers)
	scenario 2	laadmachine	(opslagcilinders)	"
		(opslagcilinders)	bovenloopkraan	"
- Splijststofelementen	scenario 1	bovenloopkraan	(opslagcontainers)	"
	scenario 2	(opslagcontainers)	splijststofwisselmaschine	"
		laadmachine	(opslagboxen)	"
		(opslagcilinders)	"	"
Uitvoering opslag				
- Bedrijfsafval				
- Ontmantelingsafval		industriële langshal	industriële langshal	industriële langshal
- LAVA, MAVA opwerking		met afscherming	met afscherming	met afscherming
- HAVA opwerking		"	"	"
		langshal met zware	langshal met zware	langshal met zware
		afscherming	afscherming	afscherming
Scenario 1 KSA opwerking		containersopslag	vault	containeropslag
splijststofelementen		"	waterbassin	"
Scenario 2 KSA opwerking		vault	containeropslag	"
splijststofelementen		"	waterbassin	"

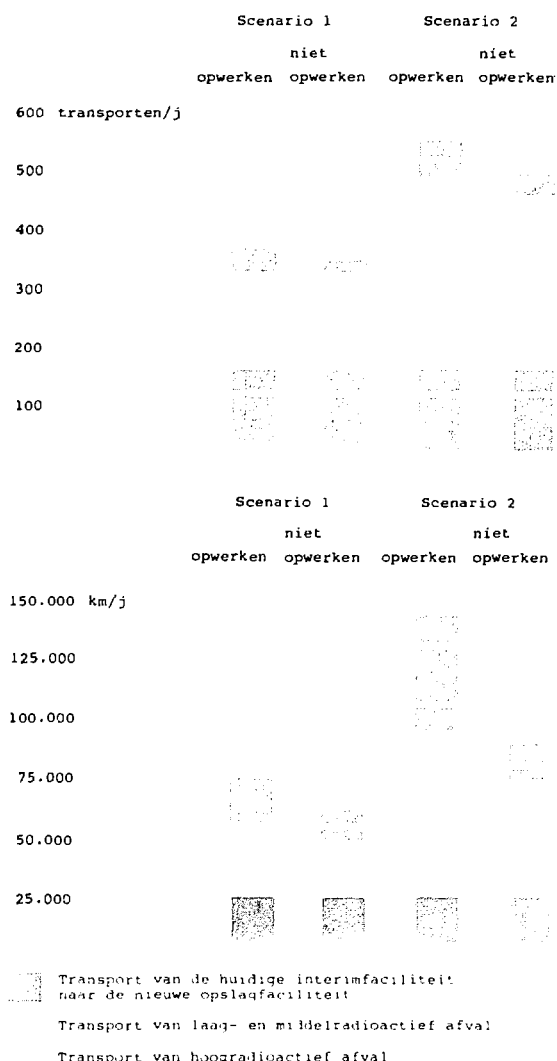
	Voorgenomen activiteit A	Uitvoeringsalternatief B C	
Opslaghoeveelheden (m ³)			
S1 opwerken	62.000	32.000	146.000
niet opwerken	60.000	30.000	144.000
S2 opwerken	112.000	72.000	205.000
niet opwerken	100.000	61.000	194.000
Bouwvolume (m ³)			
S1 opwerken	345.000	220.000	625.000
niet opwerken	380.000	225.000	660.000
S2 opwerken	570.000	440.000	900.000
niet opwerken	575.000	390.000	995.000
Terreinbeslag (ha)			
S1 opwerken	20	16	28
niet opwerken	20	15	28
S2 opwerken	26	21	35
niet opwerken	25	19	34

Tabel 3.2 Opslaghoeveelheden, bouwvolume en terreinbeslag van
voorgenomen activiteit en alternatieven

Categorieën bedrijfsafval	Aangeboden volume (m ³ /j)		Op te slaan volume (m ³ /j)	
	S1	S2	S1	S2
Vast afval	575	795	350	430
Kadavers	5	5	< 1	< 1
Organische vloeistoffen	25	25	< 1	< 1
Anorganische vloeistoffen	80	80	20	20
Vast slib enz. kerncentrales	450	1100	450	1100

Tabel 3.4 Aanbod en opslag hoeveelheden afval bij de voorgenomen
activiteit

In figuur 3.2 zijn het geraamde totaal aantal transporten per jaar en de transportkilometers per jaar voor beide scenario's aangegeven. Het werkelijk aantal transportkilometers wordt beïnvloed door de locatiekeuze van de centrale faciliteit en die van de nieuwe kerncentrales van scenario 2.



Figuur 3.2 Aantal transporten en transportkilometers per jaar voor de voorgenumen activiteit (A)

In het huidige opslaggebouw voor radioactief afval in de gemeente Zijpe is reeds een hoeveelheid afval opgeslagen. In tabel 3.3 is een overzicht van deze hoeveelheid gegeven.

Verwerken van laag- en middelradioactief afval.

Voordat het laag- en middelradioactief afval langdurig kan worden opgeslagen is het in de meeste gevallen noodzakelijk het aangeboden afval vanwege vorm, eigenschappen, samenstelling of volume van het afval een verwerkingsproces te laten ondergaan. Dit afval wordt direct na aanlevering in afwachting van verwerking en verpakking gegroepeerd opgeslagen, volgens een door de overheid voorgeschreven groepsindeling welke in bijlage 3.3 is opgenomen.

De benodigde opslagruimte is beperkt en wordt voornamelijk bepaald door de hoeveelheid afval die in 3 maanden verwerkt kan worden.

COVRA overweegt de volgende methoden toe te passen voor de verwerking van de verschillende categorieën laag- en middelradioactief afval.

- persen
- verbranden
- decontamineren (ontsmetten)
- precipiteren (vloeistofzuivering).

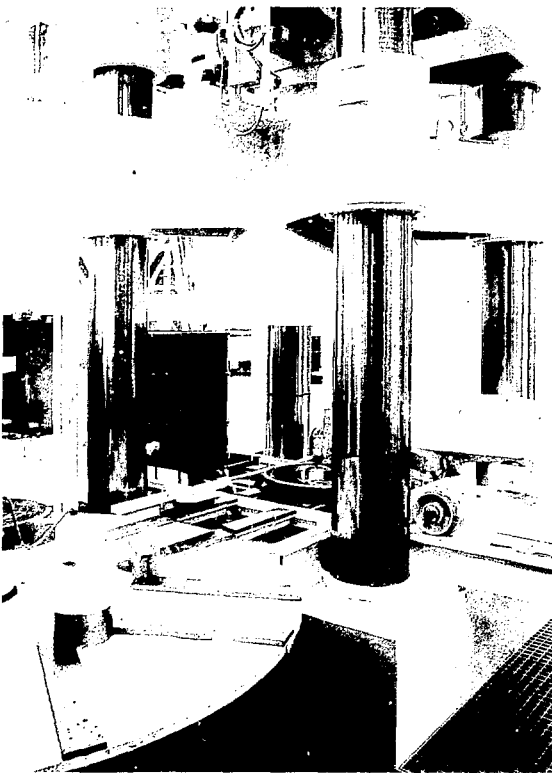
In bijlage 3.3 worden deze verwerkingsmethoden nader uiteengezet.

Omschrijving	Aantal containers per 01.01.1985	Raming aantal con- tainers per 01.01.1989
Inhoud containers in liter		
* 200	5.007	15.000
* 400	2	2
* 600	20	50
* 1.000	340	1.000
* 1.500	20	100
Totaal	5.389	16.150

Tabel 3.3 Hoeveelheid afval opgeslagen bij COVRA te Zijpe

Persen

Het overgrote deel van het vaste afval zal in een persinstallatie worden verwerkt. In Nederland is bij het Energieonderzoekcentrum Nederland (ECN) te Petten sinds 1978 een dergelijke geautomatiseerde 1500 tons pers van Nederlands fabricaat in bedrijf die goed functioneert.



Verbranden vloeibaar organisch afval en kadavers

Er zal op het toekomstige COVRA terrein een verbrandingsinstallatie worden geplaatst voor organische vloeistoffen.

Aangeboden kadavers zullen eveneens worden verbrand in een daarvoor geschikte oven. De in het brandbare afval aanwezige tritium en koolstof-14 zullen hierbij voor het grootste gedeelte vrijkomen in de atmosfeer. De resterende radioactiviteit wordt voornamelijk in filters en as geconcentreerd (ref. 11).

Decontamineren (ontsmetten)

Decontamineren is het schoonmaken van materialen die radioactief besmet zijn. Hierbij valt te denken aan afsluiters, gereedschappen, pijpen, vaten en andere

voorwerpen. Er ontstaat dan secundair radioactief afval (meestal vloeibaar) waarin de activiteit is geconcentreerd.

De gereinigde voorwerpen kunnen opnieuw worden gebruikt of als niet radioactief afval worden afgevoerd.

De ter beschikking staande processen zijn glasstralen, chemisch of ultrasoon behandelen en electrolytisch polijsten. Van een aantal in ontwikkeling zijnde processen zal de toepassingsgeschiktheid door COVRA worden geëvalueerd.

Precipiteren (vloeistofzuivering)

De radioactieve anorganische vloeistoffen worden gereinigd waarbij als residu slib overblijft waarin de radioactiviteit is geconcentreerd. De gereinigde vloeistoffen worden afgevoerd.

Afval dat niet verwerkt wordt

Een gedeelte van de aangeboden hoeveelheid afval wordt niet door COVRA verwerkt. Tot dit gedeelte behoort:

- het afval met een halwaardetijd korter dan 61 dagen (kortlevend).
- reeds verwerkt bedrijfsafval van kerncentrales zoals harsen en slib.
- reeds verwerkt laag- en middelradioactief opwerkingsafval.

Verpakken van laag- en middelradioactief afval

Na verwerking dienen de daarbij ontstane radioactieve producten te worden verpakt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een aantal soorten containers, waarin het materiaal met betonnen 'kerste' wordt afgegoten.

Het na verpakking resulterende eindvolume van de verschillende categorieën is in tabel 3.4 weergegeven.

Intern transport van laag- en middelradioactief afval

Intern transport vindt plaats met hijskranen, vorkheftrucks en vrachtauto's.

Vrachtauto's worden gebruikt voor intern transport over grotere afstanden, bijvoorbeeld van het verwerkingsgebouw naar de opslaggebouwen.

Bij het sorteren en verplaatsen binnen de gebouwen van containers met laag- en middelradioactief afval worden elektrisch aangedreven vorkheftrucks gebruikt. In voorkomende gevallen zal daarbij ook met hijsapparatuur worden gewerkt.



Opslag van laag- en middelradioactief afval

De opslag van laag- en middelradioactief afval voor scenario 1 en 2 vindt plaats in opslaggebouwen die vergelijkbaar zijn met het bestaande opslaggebouw van COVRA te Petten met dien verstande dat ontwerp, materiaalkeuze en detaillering van de gebouwen is afgestemd op een levensduur van tenminste 100 jaar (ref. 12)

In bijlage 3.4 is een principetekening van een opslaggebouw voor laag- en middelradioactief afval weergegeven. De ervaringen van COVRA met de huidige opslagmethode in Petten zijn positief.

Inzameling en transport van hoogradioactief afval

Bij het transport van hoogradioactief afval is onderscheid gemaakt tussen transport van splijtstofelementen van kerncentrales, KSA en HAVA van opwerking, HAVA van ontmanteling en bestralingsbronnen (bijlage 3.2).

In figuur 3.2 zijn de geraamde totale aantallen transporten en transportkilometers per jaar voor beide scenario's aangegeven.

Het transport van de splijtstofelementen vanaf de KCB en de KCD naar de centrale faciliteit vindt voor beide scenario's plaats over de weg met behulp van transportcontainers.

Voor scenario 1 geldt dat het transport van KSA en HAVA van het opwerkingsbedrijf in Frankrijk naar de centrale opslagfaciliteit in hoofdzaak plaats vindt per spoor in containers welke geschikt zijn voor transport en opslag (bijlage 3.2). Indien noodzakelijk vindt overslag op wegtransport plaats op een nabij de opslagfaciliteit gelegen spoorwegemplacement. Transport vanuit Engeland zal per schip plaatsvinden. Afhankelijk van de afstand en de transportmogelijkheden tussen de aanlandingshaven en de opslagfaciliteit zal vanuit het schip op een spoorwagon dan wel direct op een vrachtwagen worden overgeladen.

Het transport van hoogradioactief ontmantelingsafval vindt plaats over de weg in containers. De bestralingsbronnen worden vervoerd over de weg in afgeschermd transportverpakkingen.

Voor scenario 2 geldt dat het transport van splijtstofelementen, KSA en HAVA zal plaatsvinden per spoor in transportcontainers. Hierbij worden dezelfde systemen gebruikt als bij scenario 1.

Verwerken en inpakken van hoogradioactief afval

Splijtstofelementen van de KCB en de KCD worden in scenario 1 in transporteerbare opslagcontainers verpakt. Bij aanvoer vanaf de KCB en de KCD worden de splijtstofelementen in een afgesloten behandelingsruimte met apparatuur voor afstandsbediening, een zogenaamde hotcell, overgeladen in opslagcontainers. In scenario 2 worden alle splijtstofelementen in een hotcell overgepakt in opslagcontainers. Hoog radioactief afval in de vorm van KSA, HAVA en bestralingsbronnen wordt voor beide scenario's in verpakte vorm aangeboden.

Intern transport hoogradioactief afval

Alle interne transporten van het hoogradioactief afval binnen het opslaggebouw voor hoogradioactief afval vinden plaats met behulp van hijskranen, speciale transportwagens en laadmachines. Deze zijn alle voorzien van de nodige transportafscherming en worden veelal op afstand bediend.

Opslag van hoogradioactief afval

Gezien de uitkomsten van de door de commissie MINSK verrichte studie naar de mogelijkheden van interimopslag in Nederland van bestraalde splijtstofelementen en kernsplijtingsafval (ref. 2) komen voor opslag van warmteproducerend hoogradioactief afval verschillende uitvoeringsalternatieven in aanmerking. De uiteindelijke keuze van COVRA voor een van deze uitvoeringsalternatieven is mede afhankelijk van een te verrichten technisch-economische evaluatie, die niet los kan worden gezien van besluiten ten aanzien van de uitbreiding van het aantal kerncentrales in Nederland en de ontwikkeling van de stand der techniek met betrekking tot droge en natte opslag van warmteproducerend hoogradioactief afval. Hoewel nog geen definitieve keuze door COVRA is gemaakt, wordt verwacht dat voor de twee scenario's de volgende opslagmethoden worden toegepast.

Deze methoden zijn in het navolgende kort omschreven. Nadere details zijn in bijlage 3.4 opgenomen.

Ontwerpgrondslagen

Het ontwerp van de opslaggebouwen voor hoogradioactief afval is gebaseerd op de volgende grondslagen:

- waarborging van de afvoer van vervalwarmte van de splijtstofelementen en het KSA zolang dat nodig is
- waarborging van de subkritische van de opgeslagen splijtstofelementen (in tegenstelling tot een kernreactor mag bij opslag van hoogradioactief afval geen kettingreactie kunnen optreden)
- bescherming van het opgeslagen hoogradioactief afval tegen externe invloeden, waaronder:
 - overstromingen
 - aardbevingen
 - windhozen
 - explosies in de omgeving
 - neerstorlend vliegtuig
 - brand

Deze invloeden zijn deels locatieafhankelijk en dienen voor het ontwerp van de opslagfaciliteit nader te worden gedefinieerd.

- bescherming van de omgeving en het personeel tegen de door het hoogradioactief afval uitgezonden ioniserende straling

Beschrijving opslagmethoden hoogradioactief afval (koeling)

Containeropslag (scenario 1)

De opslag van splijtstofelementen en KSA cilinders vindt plaats in gietijzeren containers die zich in een door lucht gekoelde ruimte bevinden. Bij deze vorm van opslag is het de opslagcontainer zelf die zorgt voor voldoende stralingsafscherming en bescherming tegen invloeden van buitenaf. Daarbij leveren de betonconstructies van de wanden en het dak van het gebouw een extra bijdrage aan de stralingsafscherming naar buiten.

Het opslaggebouw bestaat uit een ontvangsthall, een hotcell en een opslagruimte. De containers worden in de ontvangsthall gecontroleerd op oppervlakteverontreinigingen, stralingsniveau en lektheid. Vervolgens worden de containers rechtstandig op vaste posities in de opslagruimte geplaatst.

De vervalwarmte van de splijtstofelementen wordt in de opslagruimte afgevoerd door natuurlijke circulatie van lucht die langs de buitenzijde van de containers stroomt. De verwarmde lucht stijgt op en wordt door ventilatiekanalen op het dak afgevoerd terwijl koele lucht door openingen in de zijwanden van het gebouw toestroomt.

Tijdens opslag zijn meetinstrumenten aangesloten op de afsluiting van de containers waardoor de dichtheid permanent wordt gecontroleerd.

Bij geconstateerde onvolkomenheden van de afsluiting van de containers worden deze voor inspectie en reparatie naar de ontvangsthall getransporteerd. Voor het overpakken van splijtstofelementen en KSA en voor andere werkzaamheden die kunnen leiden tot het vrijkomen van radioactieve producten is het opslaggebouw voorzien van een hotcell. Deze ruimte wordt op onderdruk gehouden en is voorzien van filters in het ventilatiesysteem.

Vaultopslag (scenario 2)

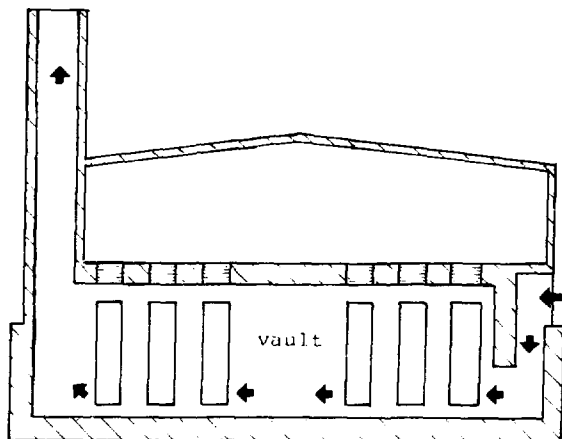
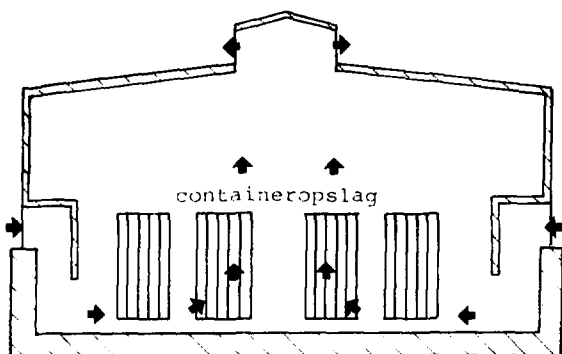
De opslag van splijtstofelementen en KSA vindt plaats in opslagcilinders die zich in een door lucht gekoelde ruimte bevinden. Bij deze vorm van droge opslag komt de stralingsafscherming en de bescherming tegen externe invloeden tot stand door de betonconstructies van de opslagruimte.

Het opslaggebouw bestaat uit een ontvangsthall, een hotcell en een opslagruimte. De ontvangsthall heeft dezelfde functie als die bij de container opslag. De splijtstofelementen en KSA cilinders worden in de hotcell overgepakt in opslagcilinders die met behulp van een laadmachine op vaste posities in de opslagruimte worden geplaatst. De vervalwarmte van de splijtstofelementen wordt in de opslagruimte afgevoerd door de natuurlijke circulatie van lucht die via openingen in de wanden van het gebouw toestroomt en via ventilatiekanalen in het dak het gebouw verlaat.

Tijdens opslag wordt met behulp van metingen de lektheid van de cilinders permanent gecontroleerd. Bij geconstateerde onvolkomenheden wordt de defecte opslagcilinder met splijtstofelementen of KSA cilinders voor inspectie en reparatie naar de hotcell getransporteerd met behulp van de laadmachine.

Beschrijving opslagmethoden voor hoogradioactief afval (geen koeling)

Het HAVA dat geen koeling behoeft wordt in een afzonderlijk gebouw opgeslagen waarbij de wanden en het dak van het gebouw zorgdragen voor de stralingsafscherming en de bescherming tegen invloeden van buitenaf.



3.2 DE UITVOERINGS- ALTERNATIEVEN EN VARIANTEN

Naast de voorgenomen activiteit (A) zijn in dit MER twee uitvoeringsalternatieven in beschouwing genomen. Voor de beschrijving van de alternatieven is in principe dezelfde methodiek gevolgd als voor de voorgenomen activiteit. Met dien verstande dat voor onderdelen welke niet afwijken van de voorgenomen activiteit naar de betreffende paragraaf kan worden verwezen. In tabel 3.1 is een samenvattend overzicht gegeven van de beschrijving van de uitvoeringsalternatieven naast de voorgenomen activiteit.

Inzameling en transport van laag- en middelradioactief afval

Alternatief C is wat betreft transport van laag- en middelradioactief afval gelijk aan de voorgenomen activiteit (zie bijlage 3.2). Bij alternatief B wordt uitgegaan van een groter aantal 200-l containers voor elders verpakt bedrijfsafval van de kerncentrales in combinatie met retourneerbare transportverpakkingen.

Evenals bij de voorgenomen activiteit wordt voor de uitvoeringsalternatieven uitgegaan van transport over de weg.

Het transport van opwerkingsafval naar de opslagfaciliteit geschiedt voor de alternatieven B en C eveneens per spoor, eventueel gecombineerd met transport over de weg en vervoer per schip over zee. Indien de nieuwe kerncentrales over een spoorwegaansluiting beschikken, kan ook voor het transport van hun afval naar de interimopslag gedacht worden aan railtransport.

Verwerken en verpakken van laag- en middelradioactief afval

In uitvoeringsalternatief B wordt de volumereductie van het bedrijfsafval bereikt door:

- verbranden van alle brandbaar afval
- verkleinen van alle onbrandbaar vast afval
- persen van afhoudend vast afval
- reinigen van anorganische vloeistoffen

Geperst afval en slib van de reiniging van anorganische vloeistoffen wordt vastgemaakt met betonspecie in containers. Verbrandingsresten (as en slakken) en verkleind afval worden verpakt in containers.

In uitvoeringsalternatief C wordt uitgegaan van het direct verpakken van het niet bewerkte bedrijfsafval in vaten met behulp van betonspecie.

Uitzonderingen hierop zijn:

- organische vloeistoffen. Deze afvalstoffen worden verbrand.
 - anorganische vloeistoffen. Deze afvalstoffen worden gereinigd alvorens te worden geloosd
- Verbrandingsresten en slib worden vastgemaakt in containers met behulp van betonspecie.

Intern transport van laag- en middelradioactief afval

De wijze van intern transport voor de uitvoeringsalternatieven B en C is gelijk aan die van de voorgenomen activiteit

Opslag van laag- en middelradioactief afval

De wijze van opslag voor de uitvoeringsalternatieven B en C is gelijk aan die van de voorgenomen activiteit.

Inzameling en transport van hoogradioactief afval

Het transport van hoogradioactief afval voor de alternatieven B en C geschiedt op analoge wijze als alternatief A (bijlage 3.2).

Opwerkingsafval en splijtstofelementen worden per spoor vervoerd, eventueel gecombineerd met transport over de weg en vervoer per schip over zee. Indien echter de elementen direct van de KCE en de KCD naar de interimopslag worden vervoerd, geschiedt dit transport over de weg.

Ontmantelingsafval en bronnen worden over de weg vervoerd.

Afhankelijk van de opslagmethode geschiedt het transport in transportcontainers (vault en waterbassins) of in containers geschikt voor transport en opslag (containeropslag).

Verwerken en verpakken van hoogradioactief afval

In uitvoeringsalternatief B worden de splijtstofelementen en in opslagcontainers verpakte KSA-cilinders voor beide scenario's in een waterbassin (containerbassin) overgeladen in opslagboxen. Deze boxen worden onder water naar het opslagbassin gebracht.

HAVA van opwerking en bestralingsbronnen worden in verpakte vorm aangeboden en opgeslagen in een aparte opslagloods.

In uitvoeringsalternatief C worden de splijtstofelementen en de KSA-cilinders direct in de transportcontainers opgeslagen. Bij directe aanvoer van de KCB en de KCD worden de splijtstofelementen in de hotcell overgeladen in opslagcontainers

HAVA van opwerking en bestralingsbronnen worden in verpakte vorm aangeboden en direct opgeslagen

Intern transport hoogradioactief afval

In uitvoeringsalternatief B worden de opslagboxen met splijtstofelementen in de waterbassins verplaatst met behulp van een splijtstofwisselmachine.

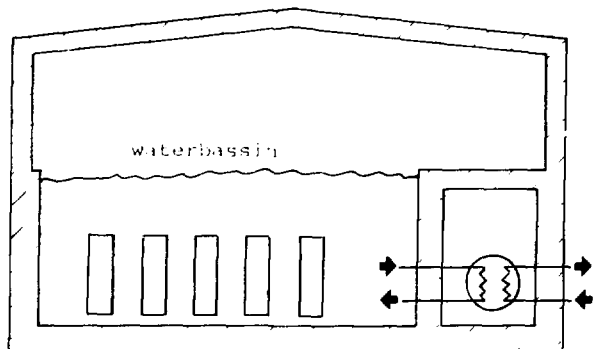
In scenario 1 vindt het interne transport van KSA-cilinders plaats met een laadmachine. In scenario 2 worden de transport/opslag-containers met KSA-cilinders verplaatst met een laadmachine.

In uitvoeringsalternatief C worden de transport-/opslag-containers met splijtstofelementen en KSA-cilinders getransporteerd met een laadmachine.

Het interne transport van HAVA van opwerking en bestralingsbronnen voor de beide uitvoeringsalternatieven B en C geschiedt analoog aan de voorgenoemde activiteit.

Opslag van hoogradioactief afval

In de uitvoeringsalternatieven B en C worden voor de opslag van hoogradioactief afval de methoden toegepast die in tabel 3.1 zijn aangegeven. Nadere details hiervan zijn opgenomen in bijlage 3.4.



3.3 BOUWVOLUME EN TERREIN-BESLAG

In het navolgende wordt een overzicht gegeven van het benodigde bouwvolume en het terreinbeslag voor opslag van het laag-, middel en hoogradioactief afval. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen scenario 1 en 2, het al dan niet opwerken van bestraalde splijtstofelementen en de drie uitvoeringsalternatieven.

Bedrijfsgebouwen

Op de centrale opslagfaciliteit zijn de volgende bedrijfsgebouwen voorzien.

- portiersgebouw waarin de beveiliging en de toegangscontrole zijn ondergebracht
- kantoor- en laboratoriumgebouw waarin activiteiten op het gebied van beheer, administratie, onderzoek en stralingscontrole plaatsvinden

In dit gebouw zijn tevens het informatiecentrum en de kantine ondergebracht

- verwerkingsgebouw waarin ruimten aanwezig zijn voor de pers-, verbrandings- en verpakkingsinstallaties, waterbehandeling, selectie van het aangeboden laag- en middelradioactief afval, tussenopslag van onverwerkt afval, decontaminatie, afvalverkleiningswerkzaamheden en opslag van grondstoffen
- garage, werkplaats en ketelhuis
- opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval

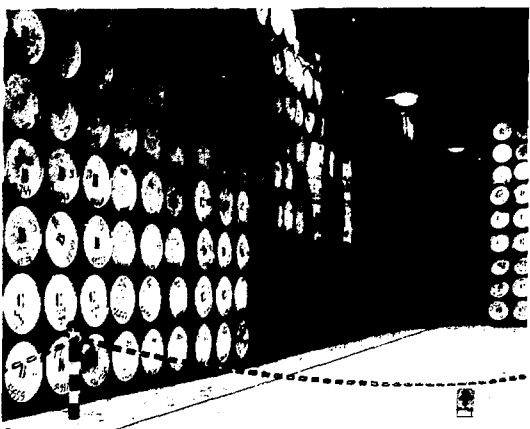
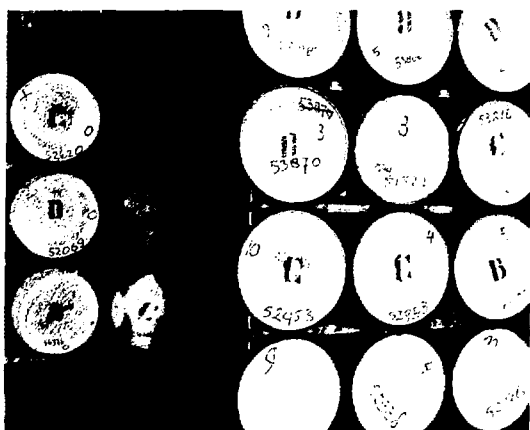
In deze gebouwen worden de volgende afvalcategorieën opgeslagen

- laag- en middelradioactief bedrijfsafval van onderzoeksinstellingen, industrie, ziekenhuizen en kerncentrales
- laag- en middelradioactief ontmantelingsafval van onderzoeksinstellingen, industrie, ziekenhuizen en kerncentrales
- laag- en middelradioactief afval van de opwerking van bestraalde splijtstofelementen
- opslaggebouwen voor hoogradioactief afval

In deze gebouwen worden de volgende afvalcategorieën opgeslagen

- bestraalde splijtstofelementen wanneer niet wordt opgewerkt
- KSA van de opwerking van bestraalde splijtstofelementen
- HAVA van de opwerking van bestraalde splijtstofelementen

Het hoogradioactieve deel van het ontmantelingsafval en de bestralingsbronnen worden verpakt in het HAVA-gebouw opgeslagen



Het geraamde bouwvolume en het terreinbeslag van de bedrijfsgebouwen zijn voor de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven opgenomen in tabel 3.2. Voor meer gedetailleerde gegevens wordt verwezen naar bijlage 3.4.

Overzichtstekening van de opslagfaciliteit

In figuur 3.3 is een overzicht gegeven van een mogelijke terreinindeling van de opslagfaciliteit na een periode van circa 100 jaar. Hierbij is uitgegaan van uitvoering van scenario 2, de opwerking van de splijtstofelementen van de KCB en de KCD en het niet opwerken van de splijtstofelementen van nieuw te bouwen kernenergiecentrales met een vermogen van 2000 MWe

3.4 REGISTRATIE, DETECTIE EN CONTROLE

Laag- en middelradioactief afval

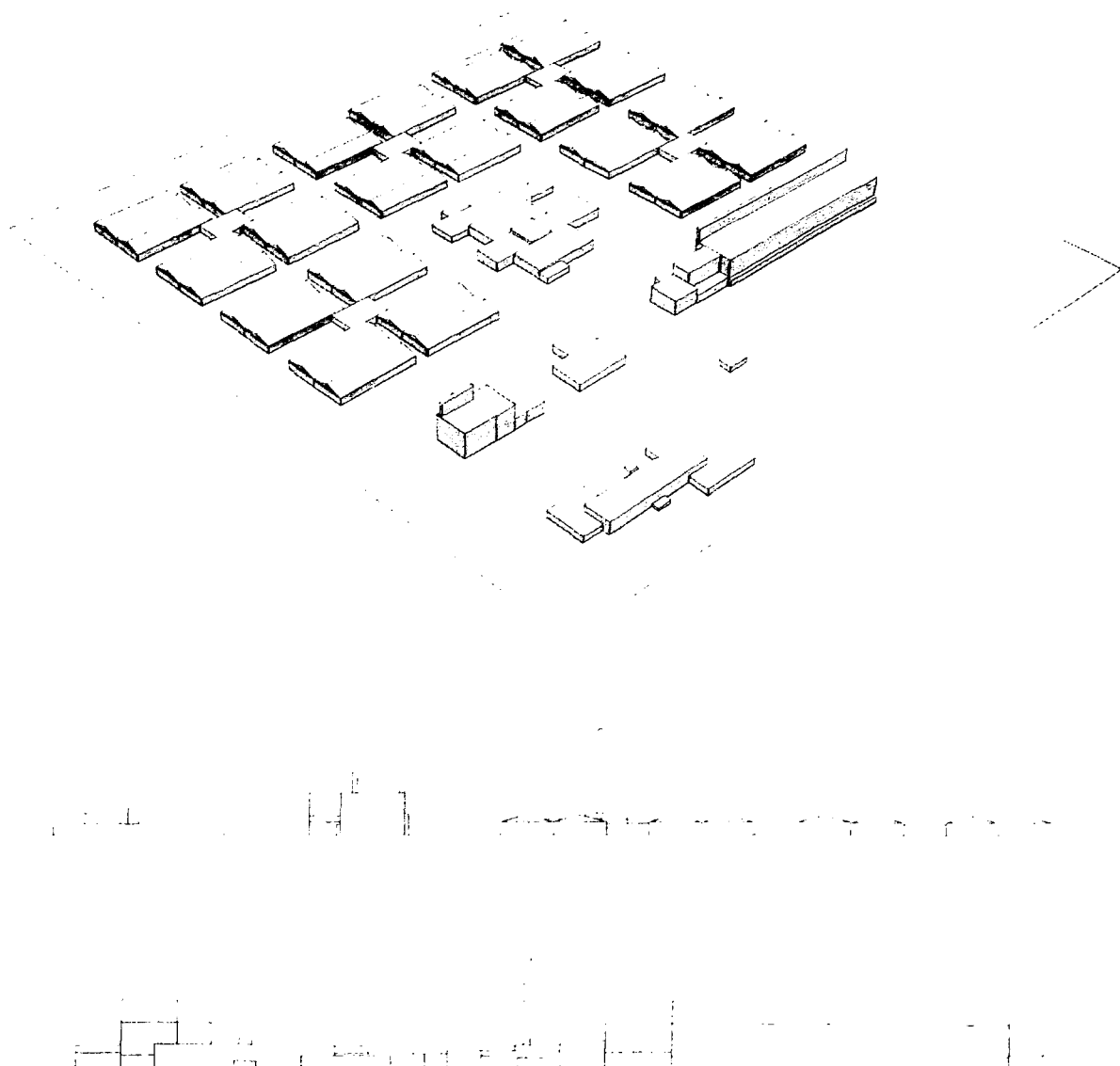
Voorafgaand aan het ophalen van het afval vindt registratie plaats op ondermeer herkomst, inhoud, activiteit en isotopensamenstelling en vindt controle plaats of het aangeboden afval volgens de acceptatievoorwaarden (bijlage 3.5), wordt aangeboden. Het huidige registratieformulierenpakket dat gehanteerd wordt is daarbij gevoegd.

Na het verwerken vindt eveneens een registratie van het verpakte eindproduct plaats. In de opslagadministratie zijn ondermeer aanwezig per opslagcontainer, containertype, containernummer, oppervlaktedosis-tempo, locatie in opslaggebouw, gewicht, aanmaakdatum, totale activiteit, nuclidinhoud, afvalproducent. Op de verpakking zelf zijn het registratienummer en het initiële stralingsniveau aangegeven.

In de bedrijfs- en opslaggebouwen vindt continu lucht-bemonstering plaats. Door middel van veegproeven worden regelmatig besmettingscontroles uitgevoerd. Zowel in de gebouwen als in de omgeving wordt het stralingsniveau met behulp van meetapparatuur vastgelegd en gecontroleerd. Een aantal van deze meetapparaten is van een signaalfunctie voorzien en is aangesloten op een alarmsysteem in de centrale meldkamer.

Bij de controle van het verwerkingsproces, van het verpakken en van het aangeleverde- of eindproduct is het nodig een ruimte in te richten waar genomen monsters kunnen worden onderzocht. Dit radiochemisch laboratorium is zodanig ingericht dat hier veilig met deze monsters en ander radioactief materiaal kan worden omgegaan.

Het zal daarbij voldoen aan de inrichtingseisen radio-nucliden laboratoria van de hoofdinspectie Milieu-hygiëne.



Figuur 3.3 Overzichtstekening mogelijke terreinindeling

Hoogradioactief afval

Vooraf aan het ophalen van hoogradioactief opwerkingsafval vindt registratie en controle van het verpakte materiaal plaats. Controlemetingen worden uitgevoerd met betrekking tot het oppervlaktedosisniveau en het oppervlakte besmettingsniveau van de containers. Ten behoeve van opslag worden zowel de herkomst van het afval, de gespecificeerde producteigenschappen als ook de positie in de opslagloods geregistreerd.

Door middel van een kwaliteitswaarborgsysteem op de verpakking en materialen, zoals toe te passen door de leveranciers van dat afval, wordt zeker gesteld dat aan alle redelijk te stellen eisen voor een verantwoorde opslag wordt voldaan.

De controle op de hoeveelheid splijtstoffen in de elementen tijdens opslag vindt in het kader van het Euratomverdrag en het Nonproliferatieverdrag plaats door het Internationaal Agentschap voor Atoom Energie (IAEA) en Euratom.

Lozingen van radioactieve stoffen worden permanent gecontroleerd door meetapparatuur. De controle op deze lozingen vindt plaats door het Staatstoezicht op de Volksgezondheid.

De eigen controle op de veiligheid en de stralingsbescherming binnen de opslagfaciliteit vindt plaats door de wachtdienst en de stralingscontroledienst. Controle op de deugdelijke werking van veiligheidssystemen vindt daarenboven plaats door de Kernfysische Dienst (KFD) van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. De inspecteurs van de KFD hebben de taak erop toe te zien dat aan de ontwerpisen en voorschriften wordt voldaan en dat de werking van systemen, die voor de veiligheid van belang zijn, overeenkomt met het ontwerp.

3.5 FINANCIËLE ASPECTEN

Bedrijfsvoering

Het financiële beleid dat door COVRA gevoerd wordt voor alle categorieën radioactief afval, is gericht op een kostendekkende exploitatie voor elke categorie van:

- het ophalen van het radioactief afval
- het opslaan van het afval in afwachting van verwerking
- het verwerken van het afval
- het opslaan van het afval in afwachting van verwijdering
- het verrichten of doen verrichten, alsmede het stimuleren van onderzoek naar nieuwe behandelings- en opslagtechnieken, alsmede het ontwikkelen en uitvoeren van methodieken met betrekking tot het verwijderen van het radioactief afval
- het verwijderen van het radioactief afval in een definitieve eindopberging

Dit alles onder de volgende uitgangspunten:

- COVRA aanvaardt in eigendom en beheer voor eigen rekening en risico al het haar aangeboden radioactief afval. Zij legt de voorwaarden vast volgens welke het radioactief afval aan haar dient te worden aangeboden
- De mogelijkheid tot éézijdige teruglevering van eenmaal aan COVRA overgedragen afval is uitgesloten
- "de vervuiler betaalt" of wel de toeleverancier van radioactief afval wordt door COVRA tarieven in rekening gebracht op grond van een verantwoorde voorcalculatie van de kosten van bovengenoemde exploitatie-onderdelen. Deze tarieven zijn openbaar en kunnen bij COVRA worden aangevraagd.
- Verhoging van prijzen op grond van nacalculatie van aan COVRA overgedragen afval zal niet plaatsvinden. Een prijsaanpassing voor later over te dragen afval kan wel plaatsvinden
- Eventuele winst wordt toegevoegd aan de algemene voorzieningen. Wanneer deze voorzieningen dat niet nodig hebben zullen de tarieven worden aangepast
- Er zal nimmer tot winstuitkering op aandelen kunnen worden overgegaan
- Er zullen aparte voorzieningen gevormd worden voor investeringen ten behoeve van definitieve verwijdering van het radioactief afval en reparatiekosten. Een en ander in overeenstemming met het afvalverwijderingsbeleid, zoals dit door de rijksoverheid wordt vastgesteld. Deze voorzieningen zullen in een apart fonds worden ondergebracht
- Voorzieningen ten behoeve van het kernsplijttingsafval zullen niet drukken op tarieven voor laag- en middelradioactief afval

De jaarverslagen van COVRA zijn openbaar en liggen bij de Kamers van Koophandel, waaronder COVRA resorteert, ter inzage. Tevens kan het jaarverslag bij COVRA worden aangevraagd.

De aandeelhoudersovereenkomst is in bijlage 2.4 opgenomen.

Het beleid van COVRA is er op gericht methoden en technieken toe te passen op basis van een zorgvuldige afweging van technische, milieuhygiënische en bedrijfs-economische aspecten.

Aansprakelijkheid

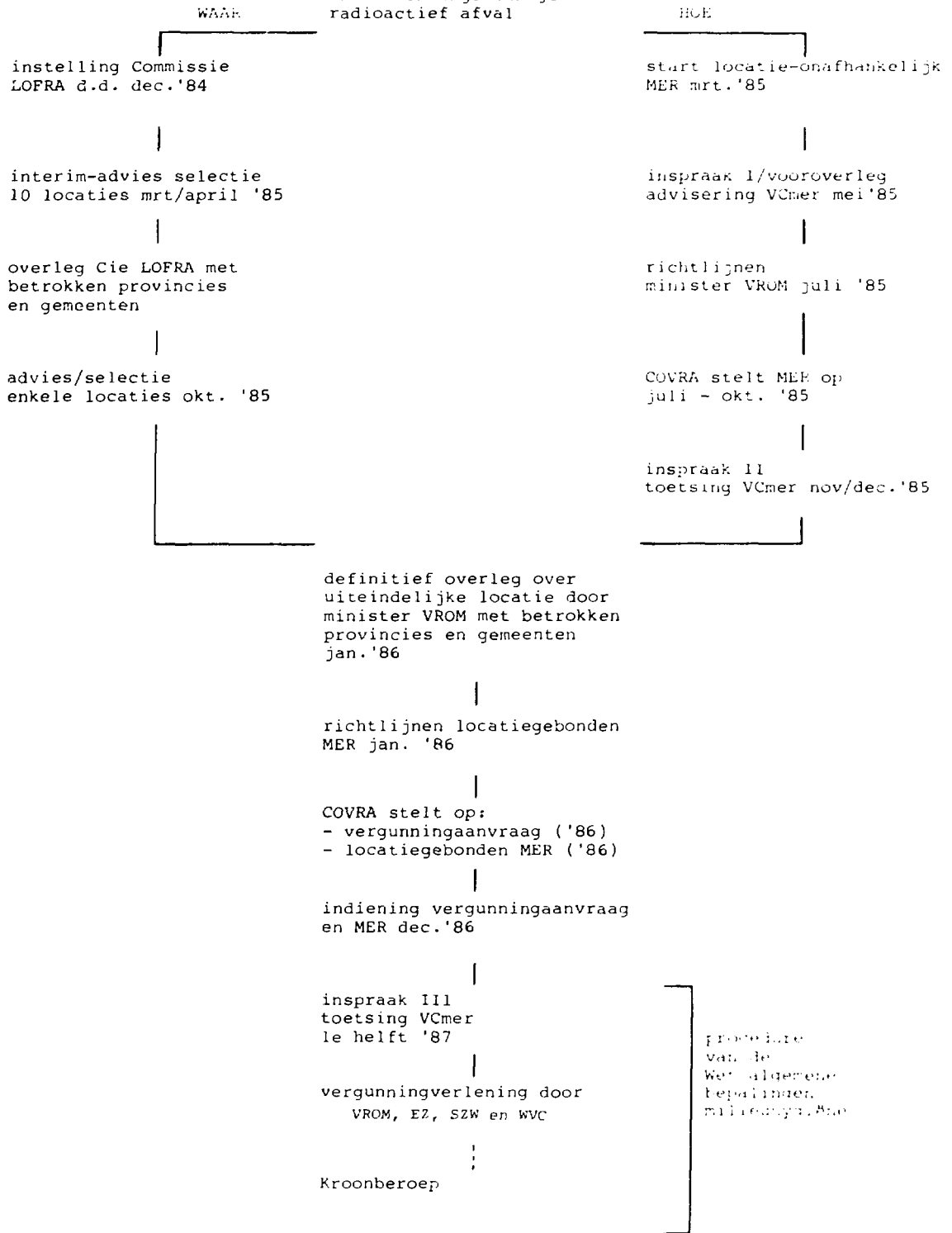
Schade die het gevolg is van een ongeval met radioactief materiaal dat zich bevindt op het terrein van COVRA wordt in het kader van de wet aansprakelijkheid kernongevallen als volgt geregeld. Ongeacht de schuldvraag is de schade rechtstreeks te verhalen op COVRA tot een bedrag van in totaal 200 miljoen gulden. COVRA heeft zich hiertoe verzekerd. Eveneens ongeacht de schuldvraag zijn schaden tot een bedrag van 1 miljard gulden gedekt door de staat en door de lidstaten van het terzake geldende verdrag van Brussel. Dit alles wordt toereikend geacht voor schaden die mogelijk anderszins door toedoen van COVRA zouden kunnen worden veroorzaakt.

Schaden die verhaalbaar zijn op derden zullen door de verzekeringsmaatschappij, de verdragstaten uit dat verdrag van Brussel dan wel de Nederlandse overheid op deze derden worden verhaald. Dergelijke schaden zouden in principe het totaalbedrag van 1 miljard gulden kunnen overschrijden. Voor dat overschrijdende deel zullen deze schaden rechtstreeks op deze derden dienen te worden verhaald.

Overmacht

Indien COVRA om welke reden dan ook niet meer kan functioneren is de rijksoverheid bereid het beheer op zich te nemen van het tot dat moment aan COVRA overgedragen radioactief afval. De dan in COVRA deelnemende partijen verplichten zich er aan mee te werken dat ten behoeve van dit afval door COVRA gevormde reserves en voorzieningen worden overgedragen aan de rijksoverheid. Mochten deze reserves en voorzieningen als dan ontoereikend zijn, dan treden de deelnemers in COVRA in overleg teneinde te komen tot een voorziening voor het beheer van het op dat moment aan COVRA overgedragen afval. Zulks door middel van een redelijke verdeling van kosten, bij welke verdeling zowel de deelnemende partijen als ook de niet in COVRA deelnemende afvalproducenten zullen worden betrokken. Een en ander met inachtneming van vermelde uitgangspunten en de omstandigheden, die tot het niet meer functioneren van COVRA en het ontoereikend zijn van haar vermogen aanleiding hebben gegeven.

Kabinetbesluit tot opslag-
en verwerkingsbedrijf
radioactief afval



FIGUUR 4.1 Besluitvormingsprocedure inzake opslag- en verwerkingsbedrijf radioactief afval

4. BESLUITVORMING

Dit hoofdstuk behandelt de besluitvormingsprocedure in de milieueffectrapportage over de voorgenomen activiteit.

Aangegeven zal worden in welk kader het besluit tot het opstellen van dit MER is genomen en welke overheidsinstanties betrokken zijn bij deze besluitvorming.

Vervolgens wordt aangegeven de te volgen besluitvormingsprocedure om de voorgenomen activiteiten te realiseren. Tenslotte wordt beschreven welke besluiten door welke instanties genomen moeten worden ten behoeve van aanleg, inrichting en gebruik van de faciliteit.

4.1 BESLUITVORMING ROND DIT MER

In hoofdstuk 2 van dit MER is ingegaan op het beleid van de regering zoals dat in voornoemde nota is vastgelegd. Op grond van dit beleid, dienen alle categorieën radioactief afval die de komende periode van 50-100 jaar worden geproduceerd, op land te worden opgeslagen in een centrale opslagfaciliteit. Voor deze centrale opslagfaciliteit zal een vergunning ingevolge de kernenergiewet noodzakelijk zijn.

4.2 BESLUITVORMINGS-PROCEDURE VOOR DE LOCATIEKEUZE

Op 4 december 1984 is door de regering de commissie LOFRA ingesteld. Deze commissie heeft als taak gekregen de ruimtelijke en bestuurlijke aspecten verbonden aan de realisatie van een centrale verwerkings- en opslagfaciliteit te onderzoeken en aan de regering advies uit te brengen over enkele mogelijke locaties. In figuur 4.1 is de volledige besluitvormingsprocedure weergegeven. De commissie LOFRA heeft begin oktober 1985 haar advies uitgebracht (ref. 7).

Op basis van dit advies zal de regering afrondend overleg voeren met de betreffende lagere overheden. Ten behoeve van dit overleg is het opstellen van een locatie onafhankelijk MER nodig. COVRA heeft in maart 1985 aan het bevoegd gezag richtlijnen gevraagd voor een locatie onafhankelijk MER (bijlage 3.1). In juli 1985 heeft COVRA de definitieve richtlijnen ontvangen. Gezien de noodzakelijke afstemming van de m.e.r. procedure op het onderzoek van de commissie LOFRA is ernaar gestreefd het MER eveneens in oktober 1985 af te ronden. Dit MER zal door de regering voor toetsing worden voorgelegd aan de VCmer. Deze commissie kan dan waar mogelijk en waar nodig in haar toetsingsadvies ingaan op de milieuaspecten die bij de door de com-

missie LOFRA aangedragen locaties nog specifiek aandacht zouden behoeven.

Nadat overeenstemming is bereikt over de locatie voor de centrale faciliteit zal het betreffende terrein gekocht kunnen worden. Met het oog op de vergunning op grond van de kernenergiewet zal dit locatie onafhankelijk MER, aan de hand van door het bevoegd gezag opgestelde richtlijnen, worden toegespitst op de betreffende locatie. Uiteindelijk zal dat MER moeten worden ingediend tegelijkertijd met de aanvraag voor een kernenergiewetvergunning een en ander conform de m.e.r. procedure zoals vastgelegd in het voorontwerp van de AMvB inzake de werkingssfeer van m.e.r.

De korte termijn waarbinnen genoemde locatiekeuze en m.e.r. procedure moet worden afgerond vindt zijn oorzaak in de afspraken welke de regering gemaakt heeft met de gemeente Zijpe. Betreffende voorwaarden zijn in hoofdstuk 2 reeds aan de orde geweest.

4.3 RELATIES MET BESLUITEN IN HET KADER VAN RIJKSOVERHEID EN PRIVAATRECHTELIJKE SFEER

Vergunning krachtens de kernenergiewet

Krachtens artikel 15 c.q. 29 van de kernenergiewet zal voor een centrale verwerkings- en opslagfaciliteit een vergunning voor het voortaan hebben van radioactieve stoffen, spijlstoffen en ertsen nodig zijn. Bij de aanvraag van deze vergunning zal de procedure in hoofdstuk 3 van de Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne (WABM) van kracht zijn. De vergunning wordt verleend door de Minister van Economische Zaken, de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, de Staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en de Staatssecretaris van Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur.

Bestemmingsplan

Een verwerkings- en opslagfaciliteit voor radioactief afval als bedoeld in dit MER zal kunnen worden gevestigd op een plaats waar een dergelijk gebruik van de grond in overeenstemming is met het ter plaats geldende bestemmingsplan. Wanneer bij een gekozen locatie de voorgenomen activiteit strijdig is met het vigerende bestemmingsplan, dient een wijziging van het bestemmingsplan voor het desbetreffende terrein tot stand te worden gebracht.

Op grond van artikel 21 van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO) kan de gemeenteraad verklaren dat

een (wijziging van een) bestemmingsplan wordt voorbereid (voorbereidingsbesluit)
Op het tot stand brengen (wijzigen) van de bestemming kan worden vooruitgelopen ingevolge art. 19 WRO
Hiervoor is vooral een verklaring van geen bezwaar van Gedeputeerde Staten vereist die de Inspecteur van de Ruimtelijke Ordening dienen te horen

Bouwvergunning

Indien het bestemmingsplan de voorgenomen activiteit toestaat kan direct worden overgegaan tot het indienen van een aanvraag van een bouwvergunning bij de W van de betreffende gemeente

Overige procedures

Naast genoemde procedures dient rekening te worden gehouden met regelingen in het kader van de aanleg van nutsvoorzieningen, aansluiting van het wegennet, e.d

5. BESTAANDE TOESTAND VAN HET MILIEU

In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de in ons leefmilieu aanwezige radioactiviteit en straling. De stralingsbronnen in het milieu kunnen worden onderverdeeld in natuurlijke en kunstmatige. De natuurlijke stralingsbronnen zijn kosmische stralingsbronnen en radioactiviteit in de lucht, de bodem, het oppervlaktewater, het drinkwater, het voedsel en het menselijke lichaam. Onder kunstmatige stralingsbronnen worden o.a. gerekend fallout van kernwapenproeven, lozingen van kerncentrales en van industriële, medische of wetenschappelijke installaties.

5.1 NATUURLIJKE STRALINGSBRONNEN

Lucht

In het heelal aanwezige sterren (zoals bijvoorbeeld de zon) zenden voortdurend straling uit. Deze kosmische straling bereikt ook de aarde. Op een hoogte van 10 km is de stralingsdosis ca. 30 mSv per jaar. Door de afscherpende werking van de atmosfeer is de intensiteit van de kosmische straling op het aardoppervlak aanzienlijk lager dan hoog boven het aardoppervlak. De stralingsdosis die per hoofd van de bevolking in Nederland wordt ontvangen ten gevolge van kosmische straling bedraagt circa 0,3 mSv per jaar, dus een factor 100 lager. Hoog-energetische deeltjes in deze straling maken uit de gewone gasen in de atmosfeer radioactieve stoffen zoals tritium, beryllium-7 en koolstof-14. De stralingsdosis per individu ten gevolge van de zo gevormde radionucliden is circa 0,015 mSv per jaar.

Uit onze aardbodem ontsnapt het edelgas radon, gevormd door radioactief verval van radium dat weer uit in de bodem aanwezig uranium en thorium ontstaat. De isotopen radon-222 en radon-220 zijn een belangrijke bron van alfa-straling in de lagere delen van de atmosfeer. De gemiddelde concentratie in de Nederlandse lucht aan radon is 1,1 tot 2 Bq/m³. Dit

leidt tot een stralingsdosis van ongeveer 0,2 mSv per jaar.

Bodem

De radioactiviteit in de bodem wordt voor het grootste deel veroorzaakt door radionucliden die reeds bij het ontstaan van de aarde aanwezig waren (oernucliden). Een aantal van deze langlevende nucliden staan in tabel 5.1 (ref. 13). Deze nucliden en hun radioactieve vervalproducten veroorzaken een stralingsniveau boven het aardoppervlak. Verschuim bodemsamenstelling maakt dat kleigrond een relatief hoge stralingsdosis en zandgrond een relatief lage stralingsdosis geeft.

In figuur 5.1 is aangegeven waar in Nederland een relatief hoge stralingsdosis afkomstig uit de bodem optreedt in relatie met het type grond (ref. 14).

Oppervlaktewater en drinkwater

Vooral door oplossen en eroderen van de bodem komen er radioactieve stoffen in het water (oppervlakte- en grondwater terecht. Neerslag uit de atmosfeer vormt een geringere bijdrage. De belangrijkste radioactieve stoffen van natuurlijke oorsprong in oppervlaktewater zijn tritium, kalium-40, rubidium-87 en koolstof-14.

De belangrijkste natuurlijke radioactiviteit in drinkwater wordt veroorzaakt door radon (circa 1 kBq/m³) dat daarin opgelost is. De stralingsdosis voor de mens in Nederland t.g.v. radon in het drinkwater wordt geschat op 0,0005 tot 0,005 mSv per jaar per individu, afhankelijk van het waterwingebied (ref. 14).

Voedsel

In voedsel komen dezelfde radionucliden voor als die welke worden aangetroffen in de bodem en in water. Via opname in planten en via consumptie van vlees en melk van bijvoorbeeld koeien worden deze radionucliden door de mens opgenomen.

	Kalium-40	Uranium-238	Thorium-232
Wereldgemiddelde	0,37	0,03	0,03
Spreiding	0,09-0,74	0,01-0,05	0,01-0,05
Gemiddelde in Nederland	0,30	0,02	0,02
Spreiding	0,09-0,59	0,01-0,04	0,01-0,04

Tabel 5.1 Concentratie van enkele radionucliden in de bodem (Bq/g)

	Kalium-40	Radium-226	Thorium-232
Baksteen	ca. 0,67	ca. 0,06	ca. 0,07
Kalkzandsteen	ca. 0,22	0,02	0,02
Cement	ca. 0,22	0,03	0,02
Beton	ca. 0,63	ca. 0,04	0,06
Natuurgips	ca. 0,07	0,02	0,01
Chemiegips	0,11	ca. 0,55	0,02
Vliegass	0,33 á 1,11	0,08 á 0,39	0,06 á 0,26

Tabel 5.2 Radioactiviteitsgehalte (in Bq/g) van enkele bouwmaterialen en grondstoffen die daarvoor kunnen worden gebruikt

Menselijk lichaam

Van nature bevat het menselijk lichaam bouwstoffen, die zelf radioactief zijn. Deze radioactieve stoffen nemen wij ook via de lucht en ons voedsel op. Het belangrijkste nuclide dat in het menselijk lichaam stralingsdosis veroorzaakt is kalium-40. Dit nuclide is verantwoordelijk voor gemiddeld 0,17 mSv per jaar. De totale natuurlijke radioactiviteit in het lichaam geeft een dosis van circa 0,25 mSv per jaar (ref. 15).

Bouwmaterialen

De radioactiviteit in bouwmaterialen is van natuurlijke oorsprong. In sommige materialen worden betrekkelijk hoge concentraties stoffen aangetroffen, die als vervalproducten de edelgassen radon-220 en radon-222 opleveren. Samen met deze vervalproducten kunnen deze tot een aanzienlijke stralingsdosis leiden (tot vele mSv per jaar). In tabel 5.2 is voor een aantal bouwmaterialen het activiteitsgehalte gegeven (ref. 13). De stralingsdosis in woningen tengevolge van bouwmaterialen is dientengevolge sterk afhankelijk van het materiaal dat gebruikt wordt en van de mate van ventilatie die wordt toegepast.

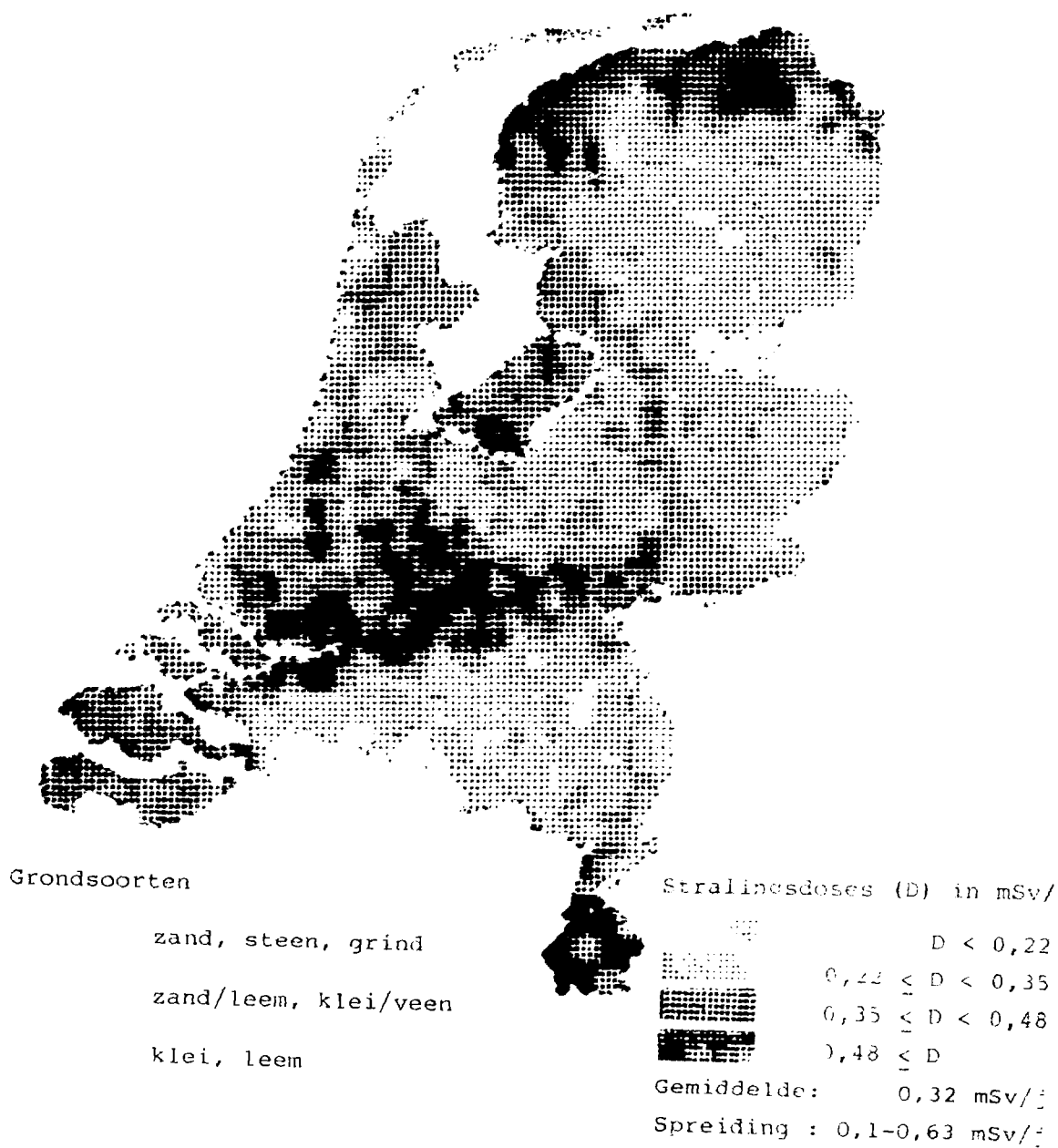
5.2 KUNSTMATIGE STRALINGSBRONNEN

De belangrijkste kunstmatige stralingsdosis in Nederland is het gevolg van medisch-diagnostische en medisch-therapeutische toepassingen. Per hoofd van de bevolking bedraagt deze dosis circa 20% van de totale stralingsdosis: dit is 0,5 mSv per jaar. De milieubelasting is echter klein, omdat het hier om individuele behandelingen gaat. Deze behandelingen vinden plaats met röntgentoestellen, of met radionucliden die in het lichaam opgenomen worden.

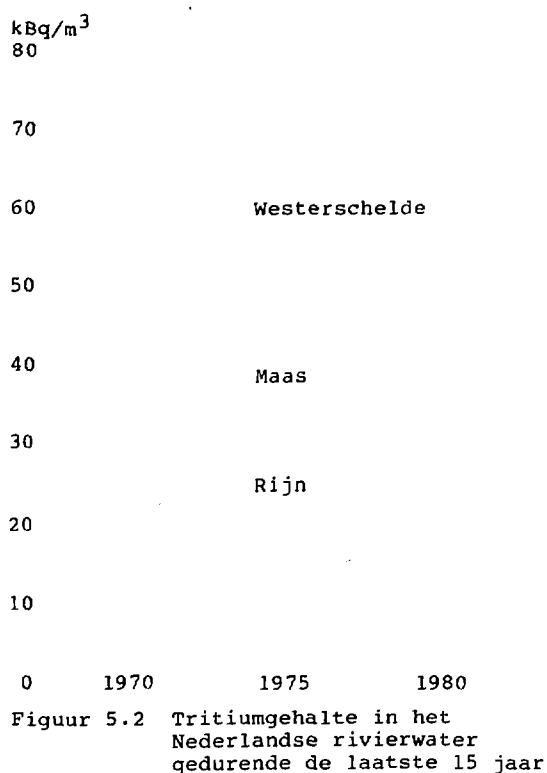
Lucht

De kunstmatige radioactiviteit in de lucht is voornamelijk afkomstig van bovengrondse kernwapenproeven, industriële activiteiten, onderzoek, medische toepassingen en energieopwekking (kern- en kolencentrales).

Bovengrondse proeven met kernwapens hebben de belangrijkste bijdrage geleverd aan de kunstmatige stralingsbronnen in de lucht. De concentratie van de radionucliden, die hierbij in de atmosfeer terecht kwamen (o.a. tritium, koolstof-14, cesium-137, strontium-90) neemt langzaam af sinds Amerika en Rusland in 1962 hun bovengrondse proeven beëindigden. Incidenteel is door andere landen nog een bovengrondse explosie tweeweg gebracht, die ook in Nederland een meetbare verhoging van de radioactiviteit te zien gaf (ref. 16). De stralingsdosis als gevolg van de vroegere bovengrondse kernproeven in de atmosfeer bedraagt nu nog circa 0,01 mSv per jaar.



Figuur 5.1 Stralingsdoses in Nederland in relatie tot de belangrijkste grondsoorten



Kerncentrales zorgen voor een verhoging van de lucht-activiteit. Ook bij de verbranding van bijvoorbeeld steenkool komen radioactieve stoffen in de atmosfeer via de rookgassen. De stralingsdosis van deze twee typen energiecentrales is voor de bevolking gemiddeld ongeveer gelijk.

Voor alle energiecentrales gezamenlijk is de bijdrage in de stralingsdosis lager dan 0,01 mSv per jaar.

Bodem

De kunstmatige radioactiviteit in de bodem wordt voornamelijk bepaald door depositie van radioactieve stoffen uit de lucht. Het betreft hier in belangrijke mate de fall-out producten van bovengrondse kernwapenproeven te weten tritium, koolstof-14, cesium-137 en strontium-90. De jaarlijkse depositie bedraagt 0,5 tot 1 kBq/m² totale beta-activiteit en 2 tot 4 kBq/m² tritium.

Oppervlaktewater en drinkwater

Een belangrijk bron van kunstmatige radioactiviteit, die in het oppervlakte- en drinkwater wordt aangetroffen is tritium, afkomstig van depositie uit de lucht en lozingen van nucleaire installaties. Zoals uit figuur 5.2. blijkt, is er een dalende tendens voor het gehalte aan tritium in Nederlands rivierwater. Verder blijkt dat het niveau van tritium verontreiniging in de Maas ongeveer twee maal zo hoog is als dat van de Rijn en de Westerschelde (ref. 16). Het tritium gehalte in drinkwater ligt op het niveau van 10 kBq/m³.

Product	Plaats	Radioactiviteitsgehalte				
		Co-60	Cs-134	Cs-137	Ra-226	Ac-228
Aal	Markermeer	-	-	0,15	-	-
	Hollands diep	0,12	-	0,12	-	-
Tong	Dwarswaterweg	-	0,32	0,56	-	-
	Maasvlakte	-	-	-	-	-
Garnalen	W.Waddenzee	-	-	0,29	0,53	1,07
	Kust van IJmuiden	0,19	-	0,26	0,52	-
	O.Westerschelde	0,20	-	0,44	0,77	1,0
Kabeljauw	Kust van IJmuiden	-	0,08	2,2	-	0,22
Haring	Rijnmond	-	0,06	4,2	-	-
Mosselen	Hammen Perc.64	0,18	-	0,16	0,08	0,29

Tabel 5.3 Gemeten radioactiviteitsgehalte (in Bq/kg vers materiaal) in enkele visserijproducten

Het gehalte van strontium-90 in rivieren ligt tussen 5 en 20 Bq/m³ en van radium-226 tussen 3 en 30 Bq/m³.

Voedsel

De belangrijkste kunstmatige radionucliden in het voedsel (strontium-90 en cesium-137) zijn afkomstig van fallout van kernwapenproeven. Via depositie op grasland krijgen koeien deze radioactieve stoffen naar binnen. Dit uit zich in verhoogde gehalten aan radionucliden in onder andere melk. In melk worden concentraties van 100 Bq/m³ aan strontium-90 en 200 Bq/m³ aan cesium-137 aangetroffen.

In sommige vissen en schelpdieren treedt ophoping op van radionucliden zoals cesium-137 en cobalt-60. Deze dieren vormen daardoor een goede indicatie voor radio-

actieve besmetting. In tabel 5.3 staan enkele gemeten radioactiviteitsgehalten in visserijproducten (ref. 16).

5.3 MEETPROGRAMMA

Krachtens het Euratomverdrag en de zogenaamde basisnormen van de Europese Gemeenschap is Nederland verplicht controle uit te oefenen op de radioactiviteit in het milieu en een schatting te maken van de daaruit voortvloeiende genetische dosis voor de bevolking. Dit gebeurt in het Nationaal Meetprogramma (NMP) dat tot doel heeft inzicht te verkrijgen in de gezondheids- en milieubelasting door verontreinigende stoffen, alsmede veranderingen in die belasting.

Monster	Plaats van monsterneming	Onderzoek	Frequentie	
			Monsterneming	Meting
Luchtstof	De Bilt		Continu	1/dag
	Eelde, Eindhoven, De Kooy, Vlissingen	beta-totaal	Afhankelijk van de standigheden	
Depositie	Bilthoven	Spec. nucliden	Continu	1/maand
		beta-totaal	Continu	1/week
Oppervlaktewater	Rijn bij de grens	alfa- en beta-totaal H-3	1/week	1/2 weken 1/maand
	Maas bij de grens	Spec. nucliden		1/maand
		alfa- en beta-totaal H-3	1/week	1/maand
	Roer bij de grens	Spec. nucliden		1/maand
		alfa- en beta-totaal H-3	1/maand	1/maand
	Westerschelde	Spec. nucliden		1/maand
		alfa- en beta-totaal H-3	1/maand	1/maand
	IJsselmeer (10 meetpunten) Berenplaat/Biesbosch Lek (Vreeswijk) Amsterdam-Rijnkanaal (Jutphaas) Buurserbeek Noordzee langs de kust (4 meetpunten)	Spec. nucliden	4/jaar	4/jaar
		alfa- en beta-totaal H-3	4/jaar	4/jaar
		H-3	4/jaar	4/jaar
		H-3	1/maand	1/maand
Melk	Mengsel uit West-, Noord-, Oost- en Zuid-Nederland 1:1:1:1	Sr-90, Sr-89 Cs-134, Sr-89 Sr-90, Sr-89 Cs-137, I-131	1/maand	1/maand
Visserijproducten	Nederlandse kustwateren	gamma-spectrometrisch onderzoek	1/jaar	1/jaar
Onderzoek ter controle van nucleaire installaties				
Melk	In de nabijheid van kernreactoren: Petten, Doel, Mol, Dodewaard, Borssele, Jülich, Lingen, Kaikar	Sr-90, Sr-89, Cs-137	1/maand gedurende weideseizoen (apr. t/m okt.)	2/weideseizoen
		I-131		1/maand
Gras	Petten, Doel, Mol, Dodewaard, Borssele, Jülich, Lingen, Kaikar	beta- en gamma-totaal K-40, Sr-90, Sr-89 gamma-spectrometrisch onderzoek	4/jaar	4/jaar

Tabel 5.4 Nationaal Meetprogramma op 1 januari 1983

Natuurlijke stralingsdosis

• kosmische straling	0,30
• oernucliden	
- uitwendige straling	0,35
- inwendige straling	0,40
- radon en vervalproducten	0,93

Kunstmatige stralingsdosis

• geneeskunde	0,50
• electriciteitsproductie	< 0,01
• gebruiksartikelen	< 0,01
• kernwapenproeven	<u>0,01</u>

Totaal (mSv/jaar) 2,50

Tabel 5.5 Gemiddelde individuele stralingsdosis in Nederland in mSv/jaar

De Coördinatie Commissie voor de Metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische Stoffen (CCRX) is belast met de opzet van het NMP en de evaluatie en jaarlijkse rapportage van de meetresultaten (ref. 16). Metingen van radioactieve stoffen in het milieu vinden sinds 1963 plaats.

Een overzicht van het meetprogramma is samengevat in tabel 5.4. Op grond van de meetresultaten berekent de CCRX de effectieve dosis voor de Nederlandse bevolking ten gevolge van de kunstmatige radioactiviteit in het milieu. Voor 1983 kan deze worden gesteld op 0,01 mSv.

5.4 STRALINGSBELASTING VAN DE NEDERLANDER

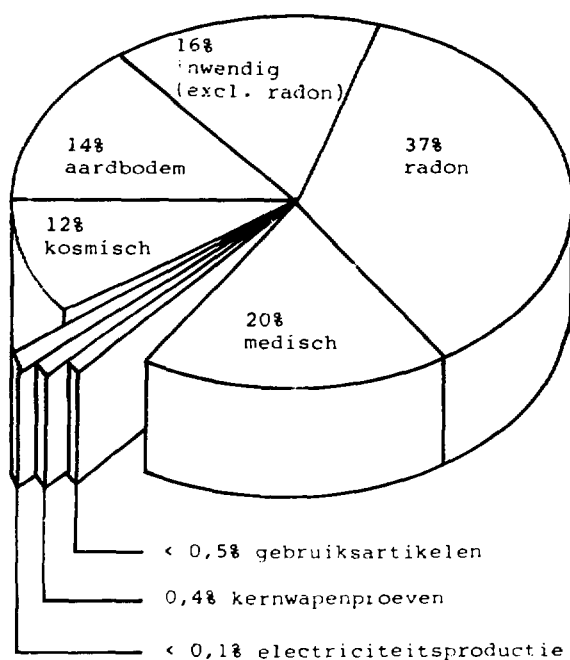
De stralingsdosis waaraan de bevolking in Nederland gemiddeld wordt blootgesteld is samengevat in tabel 5.5. (ref. 13), terwijl een onderverdeling in procenten per categorie in figuur 5.3 is weergegeven. De spreiding in de individuele natuurlijke dosis bedraagt ongeveer 0,5 mSv per jaar en wordt vooral veroorzaakt door verschillen in bodemgesteldheid en toegepaste bouwmaterialen.

5.5 VERWACHTE ONTWIKKELINGEN

Voor wat betreft de radioactiviteit van natuurlijk bronnen zal geen verandering optreden ten opzicht van de huidige situatie.

De radioactiviteit van bouwmaterialen zal in de toekomst mogelijk een daling vertonen, doordat rekening zal worden gehouden met het activiteitsgehalte bij de keuze van materialen.

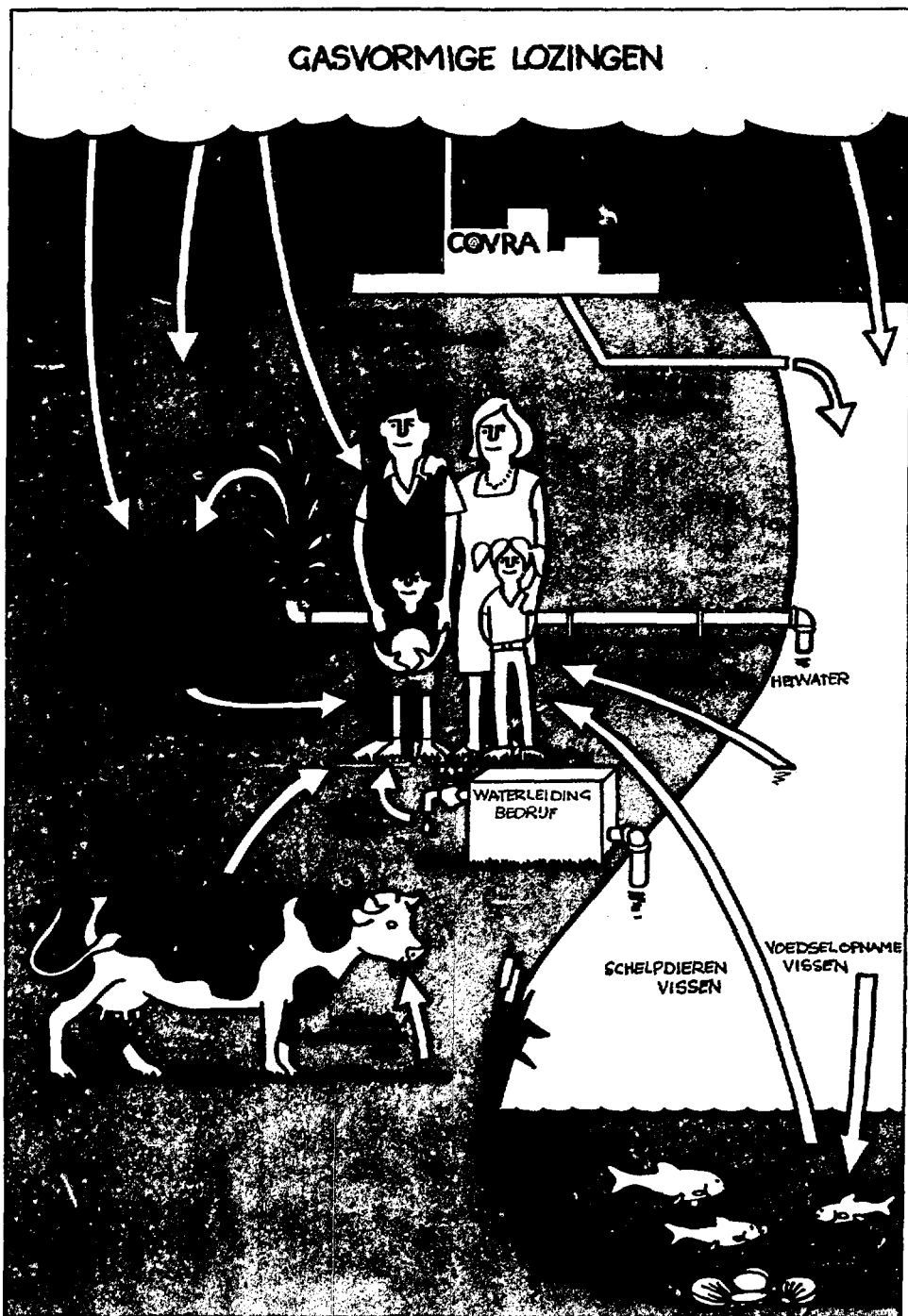
Uit metingen die de afgelopen jaren zijn verricht door de CCRX (ref. 16) blijkt dat er een dalende tendens is in de radioactiviteit ten gevolge van kernwapenproeven, afgezien van enkele incidentele pieken zoals in 1981 ten gevolge van een Chinese proefneming in 1980. Dit geldt voor zowel de radioactiviteit in de lucht, de bodem en het water als in het voedsel. Lozingen door nucleaire installaties zullen naar verwachting nog een verdere daling te zien geven, door toepassing van verdergaande reinigingstechnieken. Toename van het aantal nucleaire installaties kan deze daling (gedeeltelijk) te niet doen. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar voor tritium. Enkele Europese rivieren (b.v. de Maas) tonen door de toename van het aantal kerncentrales langs deze rivieren een lichte stijging van het tritium gehalte.



natuurlijke bronnen

kunstmatige bronnen

Figuur 5.3 Procentuele verdeling van de gemiddelde jaarlijkse individuele stralingsdosis in Nederland



Figuur 6.1 Mogelijke blootstellingswegen aan straling via lozingen van radioactiviteit in lucht en water

6. INVLOED OP HET MILIEU

In de voorgaande hoofdstukken is aandacht besteed aan de beschrijving van de voorgenomen activiteit en de alternatieven. In dit hoofdstuk wordt beschreven wat de gevolgen van deze activiteiten voor het milieu kunnen zijn. Daar het hier een locatie onafhankelijk MER betreft zullen de effecten voornamelijk gerelateerd worden aan de berekende emissies. De locatiegebonden effecten zullen pas in een later stadium bepaald kunnen worden

6.1 UITWENDIGE STRALING EN LOZING VAN RADIONUCLIDEN

Het transport, de verwerking en de opslag van radioactief afval hebben in de centrale opslagfaciliteit en in de omgeving stralingsbelasting tot gevolg. Hierbij is onderscheid te maken tussen rechtstreekse straling van de faciliteit en straling ten gevolge van lozingen van radionucliden. De rechtstreekse straling is afkomstig van binnen de faciliteit opgesloten en afgeschermd radionucliden. De lozingen kunnen zowel leiden tot uitwendige bestraling als tot inwendige bestraling van de mens via inademing en opname van radionucliden via voedsel en drinkwater.

In figuur 6.1 zijn de relevante blootstellingen van de mens bij lozingen in lucht respectievelijk water weergegeven.

In dit MER worden de locatie onafhankelijke lozingspaden en blootstellingswegen besproken welke met name plaatsvinden via de lucht.

Aangezien de locatie nog niet bekend is (aanwezigheid, ligging en aard van oppervlaktewater; aard van de bodem) kan de verspreiding van radionucliden in water en bodem en de daaruit voor de mens voortvloeiende dosis nog niet geanalyseerd worden. Deze analyse zal in het locatiegebonden MER worden gegeven. Wel kunnen nu de lozingen via oppervlaktewater en de deposities van radionucliden uit de lucht op de bodem aangegeven worden.

Een belangrijk uitgangspunt in de stralingshygiëne is het zogeheten "ALARA"-principe ('as low as reasonably achievable'), dat internationaal wordt toegepast. Dit principe houdt in dat er naar gestreefd dient te worden de blootstelling aan straling zo laag als redelijkerwijs mogelijk is, te houden.

Om hieraan te kunnen voldoen wordt naast het zorgvuldig plannen van werkzaamheden en de toepassing van stralingsmonitors en alarmeringen, een aantal maatregelen genomen, die tot doel hebben:

- directe straling of besmetting te vermijden door afscherming van stralingsbronnen, indeling van opslaggebouwen in stralingszones en de toepassing van gemakkelijk te ontsmetten wanden en vloeren in ruimten waar besmetting kan optreden.

- te voorkomen, dat radioactieve stoffen ongecontroleerd in het milieu worden geloosd, door de toepassing van meerdere barrières tussen het afval en de omgeving (verpakking, gebouw), het aanhouden van onderdruk in ruimten waar radioactieve producten kunnen vrijkomen en het gebruik van filters in ventilatieschachten en rookgaskanalen

De individuele dosislimiet voor het personeel, die in ieder geval niet overschreden mag worden bedraagt 50 mSv per jaar (ref. 17).

Door toepassing van voldoende stralingsafscherming kan de stralingsdosis op de terreingrens worden beperkt tot maximaal 0.15 mSv per jaar. Bij de bepaling van de effecten in het milieu moeten twee situaties worden onderscheiden. Enerzijds de effecten onder normale bedrijfsomstandigheden en anderzijds de effecten tengevolge van storingen en ongevallen.

In de tabellen 6.1 t/m 6.5 is voor de voorgenomen activiteit en de beschouwde uitvoeringsalternatieven een overzicht gegeven van de mogelijke lozingen en de mogelijke oorzaken van rechtstreekse straling. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen laag- en middelradioactief afval en hoogradioactief afval. In de tabellen is de dosis aangegeven voor de activiteiten welke maatgevend zijn voor de lozingen naar de omgeving. De hieruit resulterende stralingsdoses aan de terreingrens zijn geanalyseerd met behulp van verspreidingsmodellen en dosisconversiefactoren (ref. 18-21). In bijlage 6.1 is een toelichting op deze modellen opgenomen.

Via de lozing van radioactieve stoffen in de lucht, slaat een deel hiervan neer op en in de omgeving van de centrale faciliteit. In bijlage 6.2 is voor de drie uitvoeringsalternatieven berekend hoe groot de bodembesmetting is na een bedrijfstijd van 100 jaar. Voor de voorgenomen activiteit zal dat niet groter zijn dan 50 Bq/m².

Normale bedrijfsomstandigheden

Laag- en middelradioactief afval

De effecten ten gevolge van extern transport, intern transport en opslag van het laag- en middelradioactief afval zijn onder normale bedrijfsomstandigheden voor de voorgenomen activiteit en voor de beschouwde uitvoeringsalternatieven volledig identiek. Alleen voor de lozingen van de alternatieve verwerkingsmethoden treden verschillen op. In tabel 6.1 zijn voor de verschillende activiteiten ook de stralingsdoses op de terreingrens gegeven. De dosisbijdragen van de verschillende activiteiten bereiken niet alle hun maximum op de terreingrens. In bijlage 6.3 zijn de uitgangspunten beschreven voor de lozingsberekeningen.

Er worden vier hoofdactiviteiten in de tabel onderscheiden:

a Extern transport

Een klein deel van de straling die de opgesloten radioactieve stoffen uitzenden komt door de wand van de vaten heen. Personen betrokken bij het transport kunnen aan deze straling worden blootgesteld.

b Verwerking en verpakking

Verbranding -- Bij het verbranden van radioactief afval komen de nucliden koolstof-14 en tritium in het milieu terecht via rookgasemissies. Deze radionucliden veroorzaken een geringe stralingsdosis. Andere nucliden, die een grotere stralingsdosis zouden kunnen veroorzaken, worden door een rookgasreinigingssysteem voor het grootste deel uit de te lozen rookgassen verwijderd.

Persen -- Bij het persen van vast afval komen eventueel aanwezige gasvormige nucliden en een kleine hoeveelheid aerosolen vrij binnen de persinstallatieruimte. De hoeveelheid vrijkomende activiteit in de omgeving blijft beperkt door filters die in de ventilatieopeningen zijn aangebracht. Blijkens ervaringen met de persinstallatie in Petten is de toepassing van absoluutfilters voldoende om te bereiken dat de radioactiviteit in de afgeblazen ventilatielucht lager blijft dan de detectiegrens van 0,04 Bq/m³ lucht.

Reiniging -- Na reiniging (precipitatie) van anorganische vloeistoffen wordt de gereinigde vloeistof geloosd, waarbij uit ervaring met de installatie te Petten blijkt dat de specifieke activiteit hiervan de lozingslimiet van 37 MBq/m³ niet te boven gaat.

Verpakken -- Het vullen van 200-liter containers met geperste pakketten of verkleind vast afval vindt plaats binnen een gecontroleerde ruimte. Het proces van het vullen van de vaten met betonspecie geeft geen bijdrage aan de verspreiding van

radionucliden. Het verpakken van de as van de verbranding van vast afval, kadavers en organische vloeistoffen, en slib uit de reiniging van anorganisch vloeibaar afval geschiedt in een volledig afgesloten ruimte die continu op onderdruk wordt gehouden en waarvan de ventilatielucht door filters wordt afgevoerd. De radioactiviteitsinhoud van de ventilatielucht wordt door metingen continu bewaakt. Er treedt geen lozing van radioactiviteit op.

c Intern transport

Bij het intern transport van het verpakte afval en het stapelen hiervan wordt het personeel blootgesteld aan uitwendige straling.

d Opslag

Door de wijze van verwerken, verpakken en opslaan van het laag- en middelradioactieve afval en de hierbij uitgevoerde controles zijn er geen meetbare lozingen van radionucliden uit het verpakte afval te verwachten. Over het eventueel optreden van diffusie van tritium door het beton van de verpakking, is geen voldoende betrouwbaar cijfermateriaal voorhanden. Als meest extreem kan daarvoor aangehouden worden dat alle tritium wordt geloosd. Deze situatie treedt ook op bij verbranding. Als uiterste waarde voor de dosis tengevolge van diffusie van nucliden uit de verpakking kan de dosis gebruikt worden die vermeld is bij verbranding. De hoeveelheid afval die zonder verwerking wordt opgeslagen voor radioactief verval, bevat slechts kortlevende nucliden. De opslag van deze fractie geschiedt in een ruimte die permanent wordt bewaakt door meetapparatuur. De wijze van opslag is zodanig dat geen lozing naar de omgeving plaatsvindt.

Tabel 6.1 Directe straling en lozingen bij normaal bedrijf; laag- en middelradioactief afval
(S1: Scenario 1 S2: Scenario 2)

Uitvoeringsalternatief			
	A voorgenomen activiteit	B maximale volumereductie	C minimale handelingen
a. Extern transport			
- uitwendige straling	o vrachtauto met vaten en containers	als A	als A
- lozingen	o geen		
b. Verwerking, verpakking			
- uitwendige straling	o ontvangstruimtes, opslagruimtes onverwerkt afval, verwerkings- en verpakkingsruimtes		
- lozingen	o rookgassen verbranding kadavers + organische vloeistoffen [4.10 ⁻⁷ mSv/j]	o rookgassen verbranding vast afval + kadavers + organische vloeistoffen [3.10 ⁻⁶ mSv/j (S1)] [4.10 ⁻⁶ mSv/j (S2)]	o rookgassen verbranding organische vloeistoffen [4.10 ⁻⁷ mSv/j]
	o aerosolen persen vast (incl. alfa-houdend) afval	o aerosolen persen alfa-houdend vast afval	
	o gereinigde anorganische vloeistoffen	als A	als A
	o waterrijwater		
	o verpakken as van verbrandingsinstallatie en geperste vaten		
c. Intern transport			
- uitwendige straling	o vorkheftrucks met vaten en containers		
- lozingen	o geen		
d. Opslag			
- uitwendige straling	o ontvangsthal en opslagruimte vaten en containers		
- lozingen	o diffusie, permeatie vaten en containers		

Hoogradioactief afval

Een vergelijkbaar overzicht als eerder gegeven voor laag- en middelradioactief afval, is in tabel 6.2 gegeven voor hoogradioactief afval. Voor de verschillende activiteiten zijn de stralingsdoses op de terreingrens gegeven. De dosisbijdragen van de verschillende activiteiten bereiken niet alle hun maximum op de terreingrens. In bijlage 6.4 zijn de uitgangspunten beschreven voor de lozingsberekeningen. Voor de uitvoeringsalternatieven voor het hoogradioactief afval zijn meer verschillen te onderscheiden. Ook hier zijn vier hoofdactiviteiten aangegeven.

a. Extern transport

Door de hermetische afsluiting van de containers komt tijdens het transport geen radioactiviteit vrij. De opgesloten radioactieve stoffen zenden straling uit, waarvan een klein deel nog door de verpakking heen dringt. Personeel dat handelingen met deze containers uitvoert wordt blootgesteld aan deze straling. Uit ervaring is gebleken dat aan het oppervlak van de gietijzeren transportcontainers met splijtstofelementen KSA en HAVA de dosis 0.1 tot 0.2 mSv per uur is.

b. Verwerking en verpakking

Containers, vault — Bij het overpakken van splijtstofelementen uit de transportcontainers in opslagcontainers (alleen voor elementen van de KCB en de KCD) of in opslagcilinders (vaultopslag) kunnen radioactieve producten in de hotcell vrijkomen. Vrijkomend edelgas zoals krypton-85 zal worden geloozd. Lozingen van andere in de lucht van de hotcell verspreide nucliden blijft beperkt door filters met een hoog vangstrendement in het ventilatiesysteem toe te passen. De decontaminatievloeistoffen die in de hotcell gebruikt zijn, worden in tanks verzameld en in het verwerkingsgebouw behandeld en leiden niet tot lozingen naar de omgeving.

Waterbassin — Bij het openen van de transportcontainers met splijtstofelementen in het ontvangstbassin, het verrichten van metingen in het bassin en het plaatsen van de elementen in opslagboxen kunnen radioactieve producten vrijkomen die via het ventilatiesysteem in de omgeving kunnen geraken. Deze lozingen worden tot de operationele lozingen bij opslag van splijtstofelementen gerekend. Deze lozingen blijven beperkt door het toepassen van filtersystemen. De decontaminatievloeistoffen die in de containerdecontaminatieruimte gebruikt zijn, worden in tanks verzameld en in het verwerkingsgebouw behandeld en leiden niet tot lozingen naar de omgeving.

gesteld aan uitwendige straling bij intern transport

d. Opslag

Containers — Bij opslag van splijtstofelementen en KSA cilindres in containers wordt de stralingsdosis in de omgeving beperkt door de wanden en het dak van het gebouw uit te voeren in beton met een dikte van circa 0.5 m. Een belangrijk deel van de stralingsafscherming wordt geleverd door de gietijzeren wanden van de opslagcontainers zelf.

Vault — Bij opslag van splijtstofelementen en KSA cilindres in een vault wordt de stralingsdosis buiten de opslagruimte beperkt door de toepassing van dikke betonwanden en -vloeren. Voor het bereiken van een dosistempo kleiner dan b.v. 0.01 mSv per uur buiten de opslagruimte wordt circa 2 m beton toegepast.

Bij opslag van splijtstofelementen kunnen gedurende de levensduur van de faciliteit door lekkages van opslagcilinders in de opslagruimte radioactieve producten via de luchtafvoerkanalen in de omgeving geraken.

Lekkage van nucliden uit de verpakking vormt een belangrijker bron voor lozing dan diffusie van nucliden door het verpakkingsmateriaal. Diffusie behoort derhalve niet apart te worden beschouwd.

Door continu de luchtactiviteit te meten kunnen veranderingen in de conditie van de barrières voor het vrijkomen van radioactiviteit (splijtstofomhullingen, opslagcilinders) worden gevolgd. Indien veranderingen worden geconstateerd kunnen maatregelen worden genomen.

Waterbassin — Bij opslag van splijtstofelementen in een waterbassin komt de stralingsafscherming tot stand middels de betonconstructies en het water van de opslagbassins en middels de betonwanden van het gebouw. Voor het bereiken van een dosistempo kleiner dan bijvoorbeeld 0.01 mSv per uur buiten de waterbassins wordt circa 1.5 m beton toegepast. Bij de opslag van splijtstofelementen in een waterbassin kunnen door lekkages van splijtstofelementen radioactieve producten via het ventilatiesysteem in de omgeving vrijkomen. Deze lozingen blijven beperkt door filters met een hoog vangstrendement in het ventilatiesysteem toe te passen.

Tabel 6.2 Directe straling en lozingen bij normaal bedrijf; hoogradioactief afval

	Uitvoeringsalternatief		
	A voorgesloten activiteit	B maximale voldagereductie	C minimale handelingen
a. Extern transport			
- uitwendige straling	o vrachtauto, trein, schip	als A	als A
- lozingen	o geen		
b. Verwerking, verpakking			
- uitwendige straling	o hotcell	o containerbassin	o hotcell
- lozingen	o overpakken splijtstofelementen KCB, KCD in opslagcontainers [$1,0 \cdot 10^{-5}$ mSv/j (S1)] o overpakken splijtstofelementen in opslagcilinders [$1,7 \cdot 10^{-5}$ mSv/j (S2)]	o overpakken splijtstofelementen in opslagboxen containerbassin (zie lozingen opslag)	o overpakken splijtstofelementen KCB, KCD in opslagcontainers [$1 \cdot 10^{-5}$ mSv/j (S1, S2)]
c. Intern transport			
- uitwendige straling	o opslagcontainers (S1) o laadmachine opslagcilinders splijtstofelementen, KSA cilinders (S2) o HAVA-containers	o transportcontainers splijtstofelementen (S1, S2) o opslagcontainers KSA (S2) o laadmachine KSA cilinders (S1)	o opslagcontainers (S1, S2)
- lozingen	o geen	als A	als A
d. Opslag			
- uitwendige straling	o opslagruimte containers o opslagruimte opslagcilinders o opslagruimte opslagcilinders, splijtstofelementen, KSA cilinders (S2) o opslagruimte HAVA	o opslagruimte met waterbassins (S1, S2) o opslagruimte containers (S2) o opslagruimte KSA cilinders (S1)	o opslagruimte containers (S1, S2)
- lozingen	o lekkage splijtstofelementen opslag cilinders [$9 \cdot 10^{-6}$ mSv/j (S2)]	als A - lekkage splijtstofelementen in waterbassin [$1 \cdot 10^{-6}$ mSv/j (S1)] [$2,4 \cdot 10^{-6}$ mSv/j (S2)]	als A geen

Interne storingen en ongevallen

In het voorgaande zijn de effecten op het milieu beschreven onder normale bedrijfsomstandigheden. Hierina worden de effecten beschreven tengevolge van storingen en ongevallen. Uitgangspunten hierbij zijn vastgelegd in de bijlagen 6.3 en 6.4

Laag- en middelradioactief afval

In tabel 6.3 zijn voor het laag- en middelradioactief afval voor de drie uitvoeringsalternatieven de lozingen en stralingsbronnen aangegeven verdeeld naar de vier hoofdactiviteiten

a. Extern transport

Een belangrijk deel van het laag- en middelradioactief afval, waaronder afval van kerncentrales, opwerkingsafval en ontrnantelingsafval, wordt getransporteerd in containers die ontworpen en beproefd zijn voor ernstige transportongevallen.

Het resterende gedeelte bestaande uit onverwerkt afval van onderzoekinstellingen, kerncentrales, industrie en ziekenhuizen, wordt getransporteerd in normale industriële stalen vaten. Uitgegaan is van een situatie waarbij een transportwagen met 60 vaten (gemiddelde belading) betrokken raakt bij een ernstig transportongeval gevolgd door een brand (bijlage 6.3). De hierbij vrijkomende aerosolen bevatten radionucliden, die bij inademing een stralingsdosis veroorzaken. Als een transportwagen van de weg raakt en in een sloot of kanaal terecht komt, kan een deel van de radioactieve inhoud van de meegevoerde vaten zich in het water verspreiden. Afhankelijk van de aard van de hieruit resulterende waterbesmetting en eventuele besmetting van de onderwaterbodem, kunnen maatregelen worden genomen om deze besmetting te isoleren of te verwijderen

b. Verwerking en verpakking

Het meest ernstige denkbare ongeval, is een brand in de opslagruimte voor onverwerkt afval (ref. 9). De stralingsbelasting van de omgeving komt hierbij tot stand door het vrijkomen van aan aerosolen gebonden activiteit (zie bijlage 6.1). Door blusactiviteiten kan een hoeveelheid gecontamineerd bluswater via het riool in de omgeving komen.

Voor het personeel kan het verblijf nabij de brandhaard aanleiding zijn tot een extra stralingsdosis. De gevolgen kunnen beperkt worden door veiligheidsmaatregelen te treffen bijvoorbeeld in de vorm van ademhalingsmaskers. Afhankelijk van de aard van de hieruit resulterende besmetting van het riool kunnen reinigingswerkzaamheden worden ondernomen. Een explosie in de verbrandingsinstallatie is slechts denkbaar wanneer zich, tegen de acceptatievoorwaarden in, een explosief voorwerp in de ovenvoeding bevindt. Hierbij kunnen de oven of andere delen

van de installatie beschadigd raken waardoor een deel van de radioactieve inhoud kan vrijkomen. Door de beperkte hoeveelheid activiteit die zich in de ovenruimte bevindt (maximaal 1 à 2 weken ovenvoeding) is de hierbij optredende lozing van radioactiviteit minimaal een orde van grootte kleiner dan bij een brand van de voorraad onverwerkt afval.

c. Intern transport

Tijdens transport van onverwerkt afval naar de verwerkingsinstallaties of de tussenopslagruimte kan er een lading van het transportmiddel vallen en zich over de grond buiten of over de vloer binnen de gebouwen verspreiden.

Hierdoor kan een contaminatie ontstaan welke na het opruimen van het afval en het waar nodig verrichten van decontaminatiewerkzaamheden geen verdere radiologische consequenties heeft. Wanneer het ongeval binnen de gebouwen plaats vindt zal een hoeveelheid vloerbaar secundair afval ontstaan die als decontaminatievloeistof wordt behandeld. Bij dit ongeval komt er geen radioactiviteit vrij in de omgeving.

Er is ook een transportongeval denkbaar met het slib uit de precipitatieinstallatie voor vloerbaar anorganisch afval naar de verpakingsinstallatie. Het natte slib zal slechts verspreid kunnen worden in een klein gebied rondom de ongevalsplaats. Dit zal zeker beperkt blijven binnen de terreingrens. Na opruimen en decontaminatie zijn er geen consequenties voor de omgeving.

Bij de verbrandingsinstallatie kan zich een ongeval voordoen bij het transport van de ascontainer of de uitwisseling van de filters. Dit ongeval vindt plaats binnen de (gesloten) werkruimte, waarvan de ventilatielucht via filters wordt afgevoerd, zodat er geen consequenties zijn voor de omgeving.

Er kan zich ook een dergelijk ongeluk voordoen met verpakt afval wanneer een 200-liter container van het transportmiddel afvalt. Door beschadiging van het vat ontstaan stofdeeltjes, die door de wind kunnen worden meegevoerd. Door inademing van deze deeltjes kan men worden blootgesteld aan straling via de aan deze deeltjes gebonden radionucliden.

d. Opslag

Voor stralingsrisico's bij de opslag van laag- en middelradioactief afval wordt verwezen naar de behandeling van ongevallen met oorzaken van buitenaf.

Tabel 6.3 Lozingen bij storingen en ongevallen; laag- en middelradioactief afval

	Uitvoeringsalternatief		
	A voorgenomen activiteit	B maximale volumereductie	C minimale handelingen
a. Extern transport	o transportongeval vrachtauto vaten of containers met brand [op 200 m: 0,12 mSv]	als A	als A
b. Verwerking, verpakking	o brand opslagruimte onverwerkt afval [0,25 mSv] o explosie verbrandings- installatie o lozing blauwwater na ongeval		
c. Intern transport	o hanteringsongeval vaten onverwerkt afval o hanteringsongeval con- tainer met as of fil- ters verbrandings- installatie o hanteringsongeval slib precipitatie instal- latie o hanteringsongeval va- ten ,containers verpakt afval [2.10 ⁻⁶ mSv]		
d. Opslag	o lekkage vaten, contai- ners		

Hoogradioactief afval

In tabel 6.4 zijn de effecten bij storingen en ongevallen gegeven voor het hoogradioactief afval. Wederom zijn vier hoofdactiviteiten aangegeven.

a. Extern transport

Transportongevallen met transportcontainers van hoogradioactief afval hebben geen lozingen van radioactieve producten in de omgeving tot gevolg aangezien deze containers zijn ontworpen en beproefd voor ernstige transportongevallen (bijlage 3.2). In enkele landen (West-Duitsland, Engeland, Amerika) zijn proeven gedaan met containers voor splijstofelementen, onder nog extremere omstandigheden dan die welke geformuleerd zijn in de richtlijnen van het IAEA (ref. 22).

b. Verwerking en verpakking

Containers, vault — Bij het overpakken van splijstofelementen van de transportcontainers in opslagcontainers (splijstofelementen KCB, KCD) of in opslagcilinders (vaultopslag) kunnen door hanteringsongevallen met de elementen in de hotcell radioactieve producten vrijkomen.

Waterbassin — Bij opslag van splijstofelementen in een waterbassin kan een splijstofelement beschadigd raken bij het overpakken van een element in een opslagbox (zie onder *intern transport*).

c. Intern transport

Containers — De containers die gebruikt worden voor de opslag van splijstofelementen en KSA cilinders voldoen ten minste aan de eisen die gelden voor het transport van radioactieve materialen in type B containers (bijlage 3.2). Gezien de wijze van hantering van de containers in dit opslaggebouw waardoor een val van hooguit enige meters kan optreden en gezien de hoge kwaliteit van de containers hebben interne transportongevallen met containers voor opslag van hoogradioactief afval geen lozingen tot gevolg.

Vault — Bij het transport van opslagcilinders met splijstofelementen met behulp van de laadmachine kunnen door de val van een opslagcilinder bij het plaatsen in de opslagruimte beschadigingen aan de cilinder en de splijstofstaven optreden die tot lozingen kunnen leiden.

Waterbassin — De opslagruimte met waterbassins is zodanig ontworpen dat voorkomen wordt dat een transportcontainer met splijstofelementen boven de opslagbassins kan geraken en bij een val grote aantallen splijstofelementen of het opslagbassin beschadigt. Bij de val van een splijstofelement kunnen splijstofstaven lek raken, waardoor radioactieve producten

via het waterbassin en het ventilatiesysteem in de omgeving vrijkomen. In de opslagruimte met waterbassins ontstaat door dit ongeval tijdelijk een verhoogd stralingsniveau. De bassinvloer dient daarom door het personeel te worden verlaten.

d. Opslag

Bij opslag zijn met name die ongevallen van belang die de koeling van het warmteproducerende hoogradioactief afval in gevaar kunnen brengen.

Containers — De koeling van de splijstofelementen en de KSA cilinders is bij opslag in containers gewaarborgd door een uitvoeringswijze waarbij de luchtstroming door natuurlijke circulatie tot stand komt. De koeling van de containers is derhalve onafhankelijk van de deugdelijke werking van mechanische en elektrische systemen en kan alleen in gevaar worden gebracht wanneer over de volle lengte van het gebouw de toevoer van lucht wordt afgesloten. Bij een container met 12 splijstofelementen en een totale warmteproductie van circa 10 kW stijgt de temperatuur van de container aanvankelijk met circa 1 °C per uur in zijn geval.

Vault — Evenals bij containeropslag is de koeling van een vault onafhankelijk van de deugdelijke werking van mechanische en elektrische systemen en kan alleen in gevaar worden gebracht door over de volle lengte van het gebouw de ventilatiekanalen af te sluiten.

Bij volledig afgesloten luchttoevoer stijgt de temperatuur van de opslagcilinders aanvankelijk met circa 10 °C per uur (ref. 2).

Waterbassin — Bij natte opslag van splijstofelementen in een waterbassin wordt de koeling verzorgd door het bassinkoelsysteem dat bestaat uit twee van elkaar onafhankelijke systemen die zodanig zijn uitgevoerd dat bij lekkage in het bassinkoelsysteem voorkomen wordt dat radioactieve producten geloosd worden naar de omgeving. Het koelsysteem is aangesloten op de noodstroomvoorziening (diesel-aggregaat) waardoor het falen van de koeling onwaarschijnlijk wordt. Bij het uitvallen van beide van elkaar onafhankelijke systemen wordt de vervalwarmte van de splijstofelementen niet meer afgevoerd en stijgt de gemiddelde bassinwatertemperatuur aanvankelijk met een snelheid van circa 0.2 °C per uur (ref. 2).

Tabel 6.4 Lozingen bij storingen en ongevallen; hoogradioactief afval

	Uitvoeringsalternatief		
	A voorgenomen activiteit	B maximale volumereductie	C minimale handelingen
a. Extern transport	o transportongeval trein, auto met containers; splijtstofelementen KSA, HAVA, ontmantelingsafval bestralingsbronnen (S1, S2)	als A	als A
b. Verwerking, verpakking	o beschadiging splijtstofelementen bij overladen in hotcell [8,5.10 ⁻³ mSv (S1)] [1.10 ⁻² mSv (S2)]	o zie intern transport	o beschadiging splijtstofelementen overladen in hotcell [8,5.10 ⁻³ mSv (S1)]
c. Intern transport	o transportongeval met containers o ongeval laadmachine met splijtstofelementen [6,2.10 ⁻¹ mSv (S2)]	als A o ongeval laadmachine met KSA-cilinders (S1) o beschadiging splijtstofelementen bij transport in waterbassin [8,5.10 ⁻³ mSv (S1)] [1,0.10 ⁻² mSv (S2)]	als A
d. Opslag	o storing ventilatiesysteem hotcell (S1, S2) o uitvallen stroomvoorziening opslag o interne brand opslaggebouwen o storing koeling containeropslag splijtstofelementen KSA (S1) o storing koeling vaultopslag splijtstofelementen, KSA (S2)	o storing ventilatiesysteem opslagruimte waterbassins (S1,S2) als A o onjuist positioneren splijtstofelementen in waterbassins o storing koeling containeropslag KSA (S2) o storing koeling vaultopslag KSA (S1) o storing koeling waterbassin splijtstofelementen (S1, S2) o lekkage waterbassins of leidingen (S1, S2)	o storing koeling containeropslag splijtstofelementen, KSA (S1, S2)

Bij een aanvangstemperatuur van 40 °C (normaal bedrijf) wordt na 300 uur (circa 12 dagen) het kookpunt bereikt. De bassinwatertemperatuur stijgt dan voorlopig niet verder. Bij een verdampingssnelheid van circa 0,5 m³ per uur kan deze situatie onbeperkt worden volgehouden door tenminste 0,5 m³ per uur via het noodkoelsysteem of via brandslangen toe te voeren aan de waterbassins. Wanneer geen nieuw water kan worden toegevoegd zal het bassin op een gegeven moment geen water meer bevatten. De temperatuur van de opslagboxen stijgt dan aanvankelijk met circa 10 °C per uur.

Maximale splijfstoftelemtemperatuur

De aanvankelijke temperatuurstijging in al deze opslagsystemen gaat niet onbeperkt door omdat bij een bepaalde temperatuur de warmte productie net zo groot is als de warmteafgifte aan de omgeving.

Bij welke temperatuur dat precies is is afhankelijk van de interne warmteproductie, de bouwtechnische aard van het afvalopslaggebouw en de buitentemperatuur. Dit dient in het ontwerp van het afvalopslaggebouw dan ook zorgvuldig te worden uitgezocht.

Voor hiermee vergelijkbare opslagsystemen in Zweden en in West-Duitsland die thans gereed zijn is dit dan ook gedaan.

Gebleken is dat de temperatuur van de splijstofelementen in het meest ongunstige geval honderden graden beneden de maximaal toelaatbare temperatuur blijft.

Onjuiste positionering splijstofelementen

Door controle van de aangeboden splijstofelementen, de gehanteerde afstanden tussen elementen en de materiaalkeuze van de containers in een vault of in een waterbassin wordt voorkomen dat zelfs wanneer bestaande splijstofelementen onjuist geplaatst worden kritische configuraties kunnen ontstaan. Dit betekent dat er geen zichzelf onderhoudende kettingreactie kan ontstaan zoals in een kernreactor. Een zogenaamde "nucleaire explosie" is uitgesloten, daar de verrijkingsgraad van het nog splijtbaar restant daarvoor niet toereikend is.

Ongevallen met externe oorzaak

Onder ongevallen met externe oorzaak worden gerekend

- grote overstromingen
- aardbevingen en verzakkingen
- windhozen en zware stormen
- gasexplosies
- neerstortend vliegtuig met brand

De opslaggebouwen voor hoogradioactief afval, met uitzondering van de laadmachine bij opslag in een vault, worden ontworpen tegen bovengenoemde ongevallen, zodat hiervan geen stralingsrisico's uitgaan. Bij de gebouwen voor opslag en verwerking van laag- en

middelradioactief afval worden geen speciale ontwerpmaatregelen genomen tegen deze ongevallen. De radiologische consequenties van deze ongevallen onder pessimistische aannamen zijn in tabel 6.5 weergegeven.

Grote overstromingen

In dit geval kan een aantal containers met laag- en middelradioactief afval ondergedompeld of meegevoerd worden met de waterstroom. In het gebouw waar de voorraad onverwerkt laag- en middelradioactief afval staat opgeslagen kunnen de vaten door de stroom meegenomen worden en kunnen, indien vaten opengaan, radioactieve stoffen in het water terecht komen. Na de overstroming zal daardoor met radionucliden verontreinigd slib op het terrein kunnen achterblijven dat gereinigd moet worden.

Aardbevingen en verzakkingen

Het verwerkingsgebouw en de opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval zijn ontworpen volgens de geldende bouwvoorschriften voor industriële gebouwen. De aard van de in Nederland optredende aardbevingen is zodanig dat deze gebouwen geen schade van aardbevingen zullen ondervinden.

Windhozen en zware stormen

In het geval een opslaggebouw voor laag- en middelradioactief afval bezwijkt zijn de gevolgen geringer dan die van een gasexplosie. Wanneer het verwerkingsgebouw zou bezwijken is de kans aanwezig dat de in de onverwerkte voorraad aanwezige radioactieve producten in de omgeving worden verspreid. De gevolgen hiervan zijn echter kleiner dan die van een brand in deze ruimte. Deze gevolgen zijn beschreven in de paragraaf over interne storingen en ongevallen onder de hoofdactiviteit b – verwerking en verpakking.

Gasexplosies

De kans op het optreden van een gasexplosie is afhankelijk van de aanwezigheid van industriële activiteiten op de vestigingsplaats en het transport van explosiegevaarlijke stoffen.

Ten gevolge van een gasexplosie kunnen een aantal opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval en een deel van de hierin aanwezige vaten en containers zodanig beschadigd raken dat aan aerosolen gebonden nucliden vrij kunnen komen (zie tabel 6.5). Indien het verwerkingsgebouw ten gevolge van een gasexplosie bezwijkt zijn de gevolgen voor de omgeving kleiner dan de gevolgen van een brand in de opslag voor onverwerkt afval.

Neerstortend vliegtuig met brand

Indien een vliegtuig neerstort op het gebouw waarin zich de voorraad onverwerkt laag- en middelradioactief afval bevindt kan deze voorraad in brand raken. De gevolgen van een brand zijn reeds beschreven.

Tabel 6.5 Ongevallen met externe oorzaken

Uitvoeringsalternatief			
	A voorgenomen activiteit	B maximale volumereductie	C minimale handelingen
1. Laag- en middel- radioactief afval	- o grote overstromingen - o windhozen, zware stormen - o aardbevingen, verzakkingen - o gasexplosies [0,09 mSv] - o neerstortend vliegtuig met brand - opslaggebouwen [0,02 mSv] - opslagruimte onwerkt afval [0,25 mSv] - o sabotage - o oorlogshandelingen	als A	als A
2. Hoogradioactief afval	- o grote overstromingen - o windhozen, zware stormen - o aardbevingen, verzakkingen - o gasexplosies - o neerstortend vliegtuig met brand - beschadiging laadmachine met splijtstofelementen [3,6 mSv] - o sabotage - o oorlogshandelingen	als A [geen dosisconsequenties]	als A [geen dosisconsequenties]

Bij neerstorten op de opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval zal een deel van de opgeslagen vaten zodanig beschadigd raken, dat er radioactieve stofdeeltjes vrij komen. Inademing van deze deeltjes leidt tot een inwendige stralingsdosis (zie tabel 6.5).

Bij opslag van splijtstofelementen in een vault wordt gebruik gemaakt van een laadmachine boven de opslagruimte. Hierin kunnen zich splijtstofelementen bevinden, die door een neerstortend vliegtuig beschadigd kunnen raken. De opslagruimte zelf is door de dikke vloer beschermd tegen neerstortende vliegtuigen.

Het vrijkomen van een deel van de radioactieve inhoud van de splijtstofelementen leidt tot blootstelling aan straling van mensen die zich in de omgeving bevinden (zie tabel 6.5).

Overige bedreigingen

Sabotage en terroristische acties

Afgezien van de vraag of een opslagfaciliteit van radioactief afval, gezien de genomen veiligheidsmaatregelen, een voor de hand liggend object is voor terroristische acties en sabotage wordt onderkend dat in het ontwerp en in de bedrijfsvoering met deze mogelijkheden rekening dient te worden gehouden

De opslagfaciliteit bevindt zich op een bewaakt terrein waarbij toegang alleen mogelijk is via een permanent bezette portiersloge. Ook de toegang tot de gebouwen staat onder controle terwijl delen van de opslaggebouwen alleen toegankelijk zijn via specifieke toegangsprocedures. De opslag van het radioactief afval wordt daarnaast gekenmerkt door een hoge mate van passieve veiligheid die onafhankelijk is van permanente werking van mechanische en elektrische systemen welke door moedwillige beschadiging buiten werking zouden kunnen worden gesteld. De opslag van het hoogradioactief afval wordt ontworpen voor ongevallen met externe oorzaak. Hierdoor is de constructie van de opslaggebouwen zodanig dat de installatie tevens bestand is tegen de effecten van wapens waarvan mag worden aangenomen dat deze in het bezit zouden kunnen zijn van terroristen.

Gezien de aard van de verpakking, de wijze van opslag en de vorm waarin de radioactieve producten zich bevinden is het risico van het vrijkomen van radioactiviteit ten gevolge van sabotage of terroristische acties dan ook gering.

Soortgelijke overwegingen gelden voor het transport van hoogradioactief afval. Stralingsrisico's bestaan hierbij met name voor diegenen die het hoogradioactieve materiaal uit de containers zouden willen ontvreemden.

Diefstal van splijtstoffen is uitermate onwaarschijnlijk aangezien het stralingsniveau en de wijze van opslag erg ontoegankelijk maken. Ze zijn slechts uit het opslaggebouw te verwijderen met kennis van de installatie van de opslagfaciliteit of onder bedreiging van het personeel. De splijtstofelementen zijn ongeschikt voor het creëren van een maatschappelijke bedreiging aangezien de radioactieve producten niet op eenvoudige wijze uit de splijtstofstaven kunnen worden verwijderd en in de omgeving kunnen worden verspreid.

De elementen uranium en plutonium welke gebruikt kunnen worden in een kernwapen kunnen slechts met behulp van gecompliceerde processen, zoals deze plaatsvinden in opwerkingsfabrieken, uit de splijtstofelementen worden verwijderd. De toepassing van deze elementen in wapens vereist naast wetenschappelijke kennis vooral ook vergaande technische kennis en wordt alleen mogelijk geacht in gespecialiseerde installaties.

Oorlogshandelingen

De risico's die van oorlogshandelingen uitgaan zijn in grote lijnen te vergelijken met die van sabotage of terroristische acties.

Het is niet aannemelijk dat een verwerkings- en opslagfaciliteit voor radioactief afval als oorlogsdoel wordt gekozen, vanwege de geringe strategische waarde ervan.

Onbedoelde verwaarlozing

Het gevaar van onbedoelde verwaarlozing van de faciliteit kan worden uitgesloten, daar de Staat via deelname in het COVRA bedrijf en via de aandeelhoudersovereenkomst (bijlage 2.4) een aantal solide waarborgen heeft ingebouwd om een verantwoorde bedrijfsvoering te verwezenlijken. Hierop is ook aan het eind van hoofdstuk 3 ingegaan.

Maatregelen na ongevallen

Bescherming van de bevolking

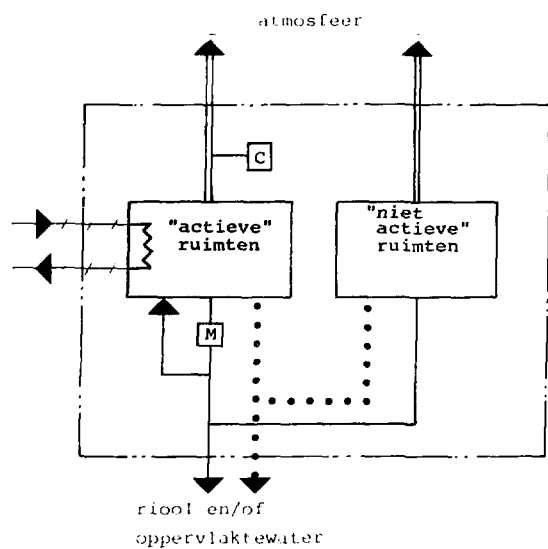
Indien zich een ongeval voordoet waarbij radioactiviteit vrijkomt kunnen maatregelen worden genomen om de gevolgen hiervan voor de omwonenden te beperken. Bij sommige nucleaire installaties behoort zelfs evacuatie van omwonenden tot de mogelijkheden waar rekening mee wordt gehouden. De resultaten van de ongevalsanalyse in dit MER tonen aan dat evacuatie als maatregel bij ongevallen in de COVRA faciliteit niet hoeft te worden overwogen. Bij het ongeval met de meest ernstige consequenties is de maximale dosis in de orde van grootte van enkele mSv, terwijl als ondergrens voor het overwegen van evacuatie een dosisverwachting van circa 100 mSv wordt gehanteerd (ref. 23).

Herstelwerkzaamheden

Ongevallen kunnen tot beschadiging van gebouwen en eventueel een deel van hun inhoud leiden. Herstelwerkzaamheden kunnen variëren van eenvoudige schoonmaak tot herverpakking van beschadigde vaten en herstel van systemen en constructies. Stralingsbelasting van hierbij betrokken personeel kan beperkt blijven tot niveaus vergelijkbaar met normale bedrijfsomstandigheden.

6.2 OVERIGE MILIEU EFFECTEN

De overige milieu effecten kunnen onderscheiden worden in effecten afkomstig van "actieve" en van "niet-actieve" ruimten. In actieve ruimten wordt gewerkt met radioactieve stoffen en als gevolg hiervan wordt al het af te voeren afval en worden de lozingen uit deze ruimten op radioactiviteit gecontroleerd (figuur 6.2).



COVRA-terrein

C registratie en controle

M monstername en behandeling

..... regenwaterafvoer

--- bedrijfswaterlozing

--- koelsysteem

--- ventilatielucht, rookgas

Figuur 6.2 Lozingswegen van de centrale faciliteit

Tabel 6.6 Overzicht van de overige milieu-effecten

Gebouwen en activiteiten	oppervlaktewater onderwa'rbodem	bodem en grondwater	lucht	geluid en trillingen	vast bedrijfsafval
Kantoor - ± 50 personen	huishoudelijk afvalwater via riolering	--	--	--	kantoorafval
Laboratorium - materiaal onderzoek - analyse incl. activiteitsmetingen	spoelwater enz. via riolering via vloeibaar radioactief afval verwerking < 2 m ³ /j.	-- --	-- afzuiging van zuurkast	-- --	laboratoriumafval < 0,5 m ³ /j. --
Garage annex werkplaats voor kleine reparaties en opslag onderhoudsmateriaal	via olievanger naar riool zoals bij een kleine werkplaats	dieselolieopslag-tank 6 a 10 m ³ ; lektests worden uitgevoerd volgens de hiervoor geldende eisen	niveau van kleine garage	niveau van kleine garage	kleine hoeveelheden oliën en vetten < 1 m ³ /j.
Ketelhuis - voor verwarming van de gebouwen gasverbruik 0,5 a 1.10 ⁶ m ³ /j	van reinigingswerkzaamheden via riolering	--	slechts rookgas-emissie van gas-gestookte ketel	van pompen, zeer laag niveau	harsen van onthardingsinstallatie < 1 m ³ /j.
Terrein	regenwater gemiddeld 750 mm/j. voor oppervlakte van 30 ha en max. 60% bebouwd	alle gebouwen zijn waterdicht geïsoleerd. Dieselolietank wordt regelmatig gecontroleerd.	--	--	afval van gazons, onderhoud gebouw, enz.
Bouwwerkzaamheden, voornamelijk prefab uitvoering en tevens in fasen	lozing van enige 10 m ³ water per dag tijdens de constructie	verlaging grondwaterpeil niet noodzakelijk	--	aan- en afvoer vrachtwagens en heilwerkzaamheden	bouwafval wordt op conventionele wijze afgevoerd

In tabel 6.6 wordt een overzicht gegeven van de milieu-effecten afkomstig van de gebouwen en de activiteiten op het terrein. Vele effecten zijn niet gekwantificeerd omdat het niveau van de bron zeer gering is of omdat er effecten beperkende voorzieningen aangebracht zijn. Deze voorzieningen zijn, waar van toepassing, in de tabel opgenomen. Een nadere omschrijving van de effecten wordt hierna gegeven.

Oppervlaktewater en onderwaterbodem

Bedrijfsafvalwater

In de gebouwen zal vloeibaar afval vrijkomen tijdens reinigingswerkzaamheden, douchen van het personeel, condensatie van ventilatielucht, sanitaire voorzieningen en laboratoriumonderzoek.

Radioactief afvalwater wordt gereinigd. Na controle op het activiteitsgehalte kan het gereinigde water direct afgevoerd worden naar het oppervlaktewater. Deze lozing zal zodanig worden uitgevoerd dat nucleïden ophoping in de onderwaterbodem niet zal plaatsvinden. Dit zal door metingen worden geverifieerd. Het overige afvalwater, zoals afkomstig van de kantoren, de niet-actieve werkplaats etc. wordt direct geloosd op het riool.

Thermische belasting van het oppervlaktewater

Bij opslag van KSA en/of splijststofelementen in een waterbassin is koelwater nodig. In tabel 6.7 is de warmteproductie (ref. 2) en het benodigde koelwater vermeld. Bij de bepaling van de koelwaterhoeveelheden is uitgegaan van een temperatuurverschil tussen inlaat en uitlaat van 7 °C. Is het aanwezige oppervlaktewater hiermee niet te belasten, dan is koeling van deze warmteproductie zonder meer uit te voeren met behulp van een luchtkoeler of een (kleine) koeltoren.

Bodem en grondwater

Zowel de verpakking van de radioactieve stoffen als het opslaggebouw zelf vormen barrières die er voor zorgen dat bodem en grondwater niet kunnen worden besmet. Deze barrières zijn afzonderlijk te inspecteren en te repareren.

Naast de opslag van radioactieve stoffen zullen ook chemicaliën opgeslagen worden die nodig zijn voor ontsmetten, waterreiniging en laboratoriumwerkzaamheden. Verder vindt er opslag plaats van dieselolie voor de transportmiddelen en voor de noodstroomgeneratoren.

Tabel 6.6 Overzicht van de overige milieu-effecten (vervolg)

Gebouwen en activiteiten	oppervlaktewater onderwaterbodan	bodem en grondwater	lucht	geluid en trillingen	vast bedrijfsafval
Opslaggebouw voor LAVA/MAVA en HAVA (zonder koeling)	van reinigings- werkzaamheden	geen opslag in vloeibare vorm	--	verwaarloosbaar i.v.m. toepassing van elektrische transportmiddelen	afvoer afval als niet meer radioactief afval
Opslaggebouw voor HAVA (met koeling)	van reinigings- werkzaamheden	geen opslag in vloeibare vorm	temperatuur- verhoging is verwaarloosbaar	verwaarloosbaar i.v.m. toepassing van elektrische transportmiddelen	--
Opslaggebouw voor KSA en/of split- stofelementen - waterbassin	van transport- containerdecon- taminatie < 3 m ³ per container; verwerking in eigen systeem voor thermische belasting zie par. 6.2	bassin is water- dicht geïsoleerd met lekdetectie- voorziening	ventilatielucht wordt gefiltreerd thermische be- lasting bij keuze van koeltoren zoals voor droge opslag	zeer gering intern transport m.b.v. bovenloop- kraan	--
- droge opslag (vault, container)	van reinigings- werkzaamheden en hot cell deconta- minatie < 3 m ³ per container verwerking in eigen systeem	geen opslag in vloeibare vorm	thermische belas- ting op omgeving van koellucht	zeer gering intern transport m.b.v. bovenloop- kraan	--
Verwerking - persen	decontaminatie van perscabine < 0,2 m ³ per cam- pagne; verwerking in eigen behande- lingssysteem	--	perscabine lucht wordt gefiltreerd	pers is geplaatst in geluidssole- rende cabine	--
- verbranden	alleen van natte rookgasreiniging; verwerking in eigen behande- lingssysteem	--	lozing vindt plaats via droge en natte rookgas- reiniging	--	--
- waterreiniging	behandeld water wordt slechts ge- loosd na controle (zie par. 6.1)	nihil i.v.m. lek- detectie en repa- ratiemogelijkheid van de systemen	--	--	--
- cementeren	reinigingswater wordt na controle geloosd ± 0,2 m ³ per campagne	--	--	--	--
- verwerkings- gebouw	lozing na controle op radioactiviteit	gebouw is water- dicht geïsoleerd	ventilatielucht wordt gefiltreerd	--	--

	scenario 1	scenario 2
warmteproductie	ca. 500 kW	ca. 1900 kW
koelwater (bij opslag in waterbassins)	60 m ³ /h	230 m ³ /h
koellucht (bij droge opslag)	100.000 m ³ /h	380.000 m ³ /h

Tabel 6.7 Benodigde koelcapaciteit in de twee scenario's voor het warmteproducerend hoogradioactief afval

Het verwerkingsgebouw

Het verwerkingsgebouw wordt zodanig ingericht dat eventuele lekkages geen gevolgen hebben voor de omgeving buiten het gebouw.

De vloeren worden voorzien van een waterdichte en goed decontamineerbare afwerklaag. Deze vloeren zullen regelmatig op beschadigingen en op besmetting geïnspecteerd worden. Eventueel lekwater op deze vloeren wordt naar verzamelputten afgevoerd. In het gebouw zijn op verschillende plaatsen stralingsmeters opgesteld. Deze meters geven een waarschuwingssignaal wanneer ergens een te hoog stralingsniveau zou ontstaan.

Ondergrondse leidingen

Op het terrein bevinden zich ondergronds de normale nutsvoorzieningen (electriciteit, gas, drinkwater, telefoon) en pijpleidingssystemen voor de rolgang en het koelwater.

Opslagtanks voor vloeistoffen

Opslagtanks voor vloeistoffen worden zodanig opgesteld dat in geval van een lek de totale inhoud opvangen kan worden in een bak waarin de tank staat of in een vloertank. Zo'n opvangtank of vloertank is van een alarmering voorzien.

Opslagtanks voor dieselolie

De vast opgestelde dieselolie-opslagtank wordt volgens de hiervoor geldende eisen op het terrein geplaatst en wordt regelmatig op lekkages gecontroleerd.

De olietanks, die tijdens de bouw gebruikt worden, zijn klein van afmeting en kunnen visueel eenvoudig worden geïnspecteerd.

Lucht

De systemen en gebouwen waar verontreinigde lucht aanwezig is zijn voorzien van geschikte filtersystemen.

Bij opslag van KSA of splijtstofelementen in een vault of containers is koellucht nodig. De warmteproductie (ref. 2) en de benodigde hoeveelheid koellucht zijn in tabel 6.7 aangegeven.

Bij de bepaling van de hoeveelheid koellucht is uitgegaan van een temperatuursverhoging tussen de inlaat en uitlaat van het gebouw van 15 °C.

Geluid en trillingen

Tijdens het normale bedrijf is de geluids- en trillingenproductie verwaarloosbaar.

Het interne transport wordt voornamelijk met elektrische vorkheftrucks uitgevoerd, terwijl op het terrein zelf vrachtauto's zullen worden gebruikt.

Tijdens de bouw vindt er een verhoogde productie plaats van geluid en trillingen in verband met de aan-

voer van materialen door vrachtwagens en ten gevolge van de herwerkzaamheden. Deze zijn echter van korte duur. Bovendien is de productie afhankelijk van de plaatselijke bodemgesteldheid en van de methode van heren (heipalen of gestorte kolommen).

Ruimtelijke en ecologische aspecten

Een beschrijving van kenmerken van de locatie is in dit locatie-onafhankelijke MER niet mogelijk.

Wel is het mogelijk een aantal kenmerken van het ruimtelijk en ecologisch systeem te beschrijven die als richtsnoer kunnen gelden bij de beoordeling van milieueffecten. In het locatie gebonden MER dienen deze locatiekenmerken geïnventariseerd en beschreven te worden en kunnen de te verwachten effecten als gevolg van de aanleg en het gebruik van de locatie worden aangegeven.

Relevante ruimtelijke kenmerken zijn

- het ruimtelijk patroon van vormen van bodemgebruik
- de functionele relaties tussen de gebruiksvormen onderling
- het proces van vorming en ontwikkeling van het huidige ruimtelijke en landschappelijke patroon
- de structuur van het landschap, waarmee de samenhang wordt aangegeven tussen het voorkomen van landschapselementen (gebouwen, wegen, beplantingen en open ruimten) en de abiotische kenmerken (bodem, waterhuishouding, reliëf, hoogteligging, enz.)
- de visueel ruimtelijke opbouw van het landschap, waarbij de nadruk ligt op de schaal van de ruimte, de omvang en intensiteit van verticaal ruimtevormende elementen, de aard van de elementen, enz.
- de kwaliteiten van het landschap, uitgedrukt in de gaafheid van het patroon, de herkenbaarheid van de structuur, de bruikbaarheid voor nieuwe functies en de visueel ruimtelijke inpasbaarheid van nieuwe elementen.

De visueel ruimtelijke effecten hangen samen met de visueel ruimtelijke opbouw van het landschap en de dimensies van de bebouwing van de locatie. Binnen het terrein van de locatie zal de bestaande visueel ruimtelijke opbouw geheel wijzigen. In de plaats van de bestaande elementen komen gebouwen, wegen, terrein- en groenvoorzieningen.

De gebouwen zijn in de visueel ruimtelijke opbouw het meest beeldbepalend. De zichtbaarheid van de bebouwing vanuit de omgeving van de locatie wordt bepaald door de waarnemingsafstand, de hoogte van de gebouwen en de aanwezigheid van verticale landschapselementen in de omgeving. De zichtbaarheid van opslaggebouwen voor LAVA en MAVA (hoogte ± 8 m) vanuit de omgeving kan sterk worden teruggebracht door beplantingen. Het effect van deze beplanting is afhankelijk van de situering ten opzichte van de waar-
nemer.

De opslaggebouwen voor hoogradioactief afval (HAVA, KSA en/of splijtstofelementen) krijgen een hoogte van 20 à 30 m. Beplantingen in de directe omgeving van deze gebouwen hebben geen afschermende werking.

De inpasbaarheid van het complex in het bestaande landschap zal mede afhangen van de aansluiting die gevonden kan worden bij de schaal van het landschap en de aard, functie en verschijningsvorm van de daarin voorkomende elementen.

Bij de ecologische kenmerken zijn van belang

- het ecologisch systeem waarmee de relaties tussen organismen (*mens, plant en dier*) onderling en met de abiotische componenten van het systeem worden aangegeven
- de abiotische componenten (bodem, water, lucht, microklimaat, licht, geluid) voor zover deze van belang zijn in de gegeven situatie
- de biotische componenten in het systeem: flora, fauna en vegetatie
- kwaliteitsaanduidingen van het systeem zoals soort en aantal, zeldzaamheid, diversiteit, gaafheid en gevoeligheid

Ook bij de ecologische kenmerken geldt dat de invullingen van de onderscheiden kenmerken met feitelijke informatie pas kan plaatsvinden bij de locatie gebonden milieueffectrapportage. In dit stadium wordt volstaan met het aangeven van mogelijke relaties tussen de ecologische kenmerken en de interimopslag van radioactieve afvalstoffen.

De aanleg van de opslagfaciliteiten gaat gepaard met bouwactiviteiten (gebouwen, wegen en terreininrichtingen) gedurende een lange periode. Door tijdelijke veranderingen in de abiotische componenten zoals bijvoorbeeld geluidshinder is een verstoring van het ecosysteem mogelijk, hetgeen tot uitdrukking komt in wijzigingen in de biotische componenten zowel op het terrein zelf, als in de directe omgeving. Op dit moment is niet aan te geven of deze wijzigingen tijdelijk of blijvend zijn.

In verhouding tot de terreinomvang is de gebruikintensiteit van het opslagterrein laag. De activiteiten die betrekking hebben op het transport, de verwerking en de opslag van de radioactieve afvalstoffen vertonen geen relaties met het ecosysteem van de locatie en het ecosysteem van de omgeving. Ook het berekende stralingsniveau en de eventuele emissies zijn voor het ecosysteem niet van belang.

De relatie tussen enerzijds de ecologische kenmerken en anderzijds de scenario's, uitvoeringsalternatieven en verwerkingsvarianten komen alleen tot uitdrukking via het ruimtegebruik. Afhankelijk van de kenmerken en kwaliteiten van de locatie is uitvoeringsalternatief C in

verhouding ongunstig voor de ecologische kenmerken als gevolg van de grotere ruimtebehoefte.

1981	%	1985	%
1. werkloosheid	23	1. werkloosheid	24
2. druk belastingen	21	2. druk belastingen	24
3. energieprobleem	20	3. sociale voorzieningen	23
4. onveiligheid burger	20	4. onveiligheid burger	22
5. ont-/bewapening	19	5. inkomstenontwikkeling	21
6. milieuproblematiek	19	6. vervuiling door industrie	19
7. inkomensontwikkeling	19	7. milieuproblematiek	15
8. kernenergie	17	8. minderheidsgroepen	15
9. nederlandse economie	17	9. autoverkeer	14
10. sociale voorzieningen	16	10. arbeidstijdverkorting	14

Tabel 6.8 Vergelijking van de Nederlandse Stichting voor de Statistiek van de betrokkenheid van Nederlanders bij maatschappelijke kwesties, tussen 1981 en 1985

6.3 BELEVINGSASPECTEN

De maatschappelijke groeperingen

Bij de realisatie van de faciliteit wordt er een aantal vragen en reacties verwacht die veroorzaakt worden door gevoelens van angst, onzekerheid en onrust. De mate waarin deze beleving zich voordoet is afhankelijk van o.a. de ervaring, de verkregen informatie, het vertrouwen in de informatiebron en de betrokkenheid met de materie. Ten aanzien van de betrokkenheid van de Nederlandse bevolking bij politieke en maatschappelijke problemen wordt door de Nederlandse Stichting voor de Statistiek sinds 1980 continu onderzoek gedaan. In tabel 6.8 is een vergelijking gegeven tussen de betrokkenheid in 1981 en 1985 (ref. 24).

Uit de tabel blijkt dat in de periode '81-'85 verschuivingen hebben plaatsgevonden in de mate van betrokkenheid van de Nederlandse bevolking bij de genoemde maatschappelijke problemen.

Door het ontbreken van statistische gegevens over de betrokkenheid bij radioactief afval is in dit MER de betrokkenheid gerelateerd aan

- reacties bij de vestiging van de COVRA in Zijpe
- reacties bij gesprekken die inmiddels zijn gevoerd ter voorbereiding van de locatiekeuze
- reacties bij de inspraakprocedure voor de richtlijnen voor dit MER.

Voor deze reacties is een indeling gemaakt in verschillende maatschappelijke groeperingen, te weten:

- (mogelijk toekomstige) omwonenden

- personeel annex familie en kennissen
- producenten van radioactief afval
- milieugroeperingen
- vertegenwoordigers van (mogelijk toekomstige) omringende bedrijven.

Reacties bij de vestiging van COVRA in Zijpe

Om te voorkomen dat in 1983 wederom laag- en middelradioactief afval in de Atlantische Oceaan gedumpt zou moeten worden, werd door de rijksoverheid eind 1982 een terrein in Velsen (N.H.) gekocht. Dit terrein had ingericht kunnen worden voor de opslag van laag- en middelradioactief afval. Bestuurlijke weerstand op gemeentelijk en provinciaal niveau leidde tot hernieuwd onderzoek naar een geschikte tijdelijk opslaglocatie. Hierbij kwam het ECN-terrein in de gemeente Zijpe als mogelijkheid naar voren. Echter, de gemeente Zijpe reageerde aanvankelijk negatief op het verzoek van de minister tot het verlenen van bestuurlijke medewerking. Als grootste bezwaar bracht de gemeente de reeds aanwezige milieuhygenische overbelasting van het uitgekozen gebied naar voren. Het betrof namelijk een smalle duinzone waarin installaties voor nucleair onderzoek van ECN en twee militaire schietterreinen liggen. Na een toezegging van de minister om dat gebied te ontlasten van een deel van de militaire activiteiten besloot de Gemeente Zijpe toch medewerking te verlenen onder een aantal voorwaarden.

- de onherroepelijke uitsluiting van opslag van buitenlands radioactief afval
- de vertegenwoordiging van de Rijksoverheid moet worden vastgelegd in de statuten van COVRA
- de duur van de tijdelijk opslag zou vijf jaar kunnen zijn met een mogelijke verlenging met maximaal vijf jaar

	bedrijf- ven	milieu- groepe- ringen	afval- produ- centen	perso- neel	omwo- nenden	totaal
- gezondheid mensen	-	15	-	-	5	20
- gezondheid dieren	-	12	-	-	1	13
- gezondheid planten	-	11	-	-	1	12
- biotische aspecten	-	7	-	-	11	18
- abiotische aspecten	-	11	-	-	8	17
- sociale aspecten	-	4	-	-	-	4
- invloed op nageslacht	-	13	-	-	8	21
- veiligheid: transport	-	18	-	-	5	23
- veiligheid: opslag	1	31	-	-	20	52
- financiële aspecten	-	1	-	-	-	1
waardedaling particulier bezit						
- financiële aspecten	-	1	-	-	-	1
producten landbouw						
- beleid toekomstige productie	-	18	-	-	23	41
- beleid toekomstige opslag	1	17	-	-	14	32
Totaal aantal reacties	2	33	-	-	34	69

Tabel 6.9 Inspraak reacties op de richtlijnen van dit MER

- een limiet aan de opslagcapaciteit van de loods
- voor 1 januari 1986 dient de rijksoverheid duidelijkheid te geven over de definitieve opslag
- de verplichting van het rijk de kosten van de herziening van het bestemmingsplan te dragen
- de vermindering van de plaatselijke militaire schietactiviteiten

Tijdens de besluitvormingsprocedure is van de kant van lokale aktiegroepen protest gekomen in de vorm van demonstraties en het verzoek tot vernietiging of schorsing van het raadsbesluit ten aanzien van de vergunningverlening. Tijdens de bouw van de opslagfaciliteit in Zijpe en tijdens de transporten van het radioactief afval hebben zich geen demonstratieve akties voorgedaan.

Reacties bij gesprekken die inmiddels gevoerd zijn ter voorbereiding van de locatiekeuze door de commissie LOFRA

De ontvangst van de commissie LOFRA in de diverse gemeenten was zeer wisselend. Bij het bezoek aan de gedeputeerde Staten van Groningen kreeg de voorzitter van de commissie, de heer Geertsema, griesmeel naar zich toegeworpen. Bij het bezoek aan Borssele kreeg de heer Geertsema een fles wijn aangeboden en een

verzoek van een comité van de lokale middenstand om er toch vooral voor te zorgen dat COVRA zich in het Sloegebied zou vestigen. Ook het aantal demonstranten varieerde zeer sterk. Tussen de 50 en 100 demonstranten in Groningen, Drachten en in Klundert, ongeveer 50 demonstranten in Wijchen, circa 20 demonstranten in Borssele, geen demonstranten in bijvoorbeeld Raamsdonk en Oosterhout. In Te: Apel waren circa 20 demonstranten, die echter niet gewacht hebben op de aankomst van de commissieleden, die ongeveer een halfuur te laat aankwamen.

Reacties bij de inspraakprocedure voor de richtlijnen van dit MER

Uit de ontvangen reacties blijkt dat er vooral onvrede heerst over het huidige en toekomstige beleid met betrekking tot de productie en opslag van radioactief afval met name waar dit afval afkomstig is van bestaande en eventueel toekomstige kerncentrales. Daarnaast worden vraagtekens geplaatst bij de veiligheid van de opslag en transporten van het afval. In tabel 6.9 zijn een aantal onderwerpen gegroepeerd waarover reacties en vragen kwamen en tevens zijn de verschillende maatschappelijke groeperingen opgesomd. Van de producenten van radioactief afval (uit industrie, onderzoeksinstellingen, ziekenhuizen en kern-

centrales) zijn geen reacties vernomen. De reacties van het toekomstige personeel zijn uiteraard moeilijk te peilen. Een oproep voor sollicitanten naar de vacature van chauffeur/stralingscontroleur voor de afvaltransporten in 3 lokale nieuwsbladen in Noord-Holland leverde circa 80 reflectanten op.

Voorlichting en inspraak

Zoals op grond van ervaringen blijkt, vraagt de bevolking om inspraak en informatie. Door invoering van de m.e.r. procedure wordt de bevolking in een vroegtijdig stadium geïnformeerd over een voorgenomen activiteit en in de gelegenheid gesteld te participeren in de besluitvorming.

Naast het participeren in de procedure voor de benodigde vergunningen is voor een blijvende acceptatie een regelmatige voorlichting over het bedrijf noodzakelijk. Deze voorlichting dient geloofwaardig te zijn en afkomstig van een bron waar vertrouwen in wordt gesteld. Iedere maatschappelijke groep vraagt een specifieke voorlichting, zowel kwalitatief als kwantitatief. Daarom zullen gesprekken met aparte groepen waarschijnlijk effectiever zijn dan massaal opgezette voorlichtingsbijeenkomsten. Een positief effect wordt verwacht van de mogelijkheden om de verwerkingsinstallaties en opslagfaciliteiten zelf te bekijken.

De informatieverschaffing zal plaatsvinden via

- nieuwsbrieven die enige malen per jaar worden uitgegeven
- de (plaatselijke) communicatiemediën
- informatiebijeenkomsten
- het voorlichtingscentrum op het terrein

COVRA is de mening toegedaan dat iedere geïnteresseerde particulier of groepering het bedrijf moet kunnen bezichtigen.

Buitenlandse ervaringen inzake belevingsaspecten

Voorspellingen van de te verwachten gevolgen van de opslag van met name noogradioactief afval zijn niet mogelijk aan de hand van ervaringen in Nederland. Vergelijking met ervaringen in het buitenland bij de keuze van een locatie voor andere risicodragende activiteiten brengt echter een aantal relevante aspecten aan het licht. Als illustratie kunnen een drietal praktijkvoorbeelden dienen.

Voorbeeld van de bouw van een kerncentrale in Frankrijk (ref. 25)

Bij dit voorbeeld dient aangetekend te worden dat de bouw van een kerncentrale in Frankrijk moet worden geplaatst tegen een achtergrond van een overheidsbeleid dat zich o.a. ten doel stelt op technologisch gebied te concurreren met Amerika en ander industrielanden. De Franse regering heeft aan technische argumenten altijd een hoge prioriteit gegeven. Echter als gevolg

van het verzet van de bevolking tegen de bouw van een kerncentrale, werden er toch participatieprocedures geïntroduceerd, regionale economische voordelen aangeboden en garanties voor de veiligheid gegeven. Op deze wijze werden de risico's voor het milieu en omwonenden als gevolg van de activiteit verzacht. Deze, voor Frankrijk ongebruikelijke strategie, leverde een acceptatie van de centrale door de bevolking.

Voorbeeld van het vestigen van een opslagplaats voor chemisch afval in Amerika (ref. 26)

In dit voorbeeld was door een onderneming op grond van technische analyses een selectie gemaakt van mogelijke locaties voor de opslag. Vervolgens wendde men zich tot de overheid voor de benodigde vergunningen.

Door het beleggen van informatieavonden trachtte het bedrijf haar plannen bij de burgers geaccepteerd te krijgen. Deze technische benadering stuitte echter op verzet bij de bevolking met als voornaamste punt het ontbreken van participatie.

Het naderhand voorstellen van economische voordelen, compensaties en beperkingen van de negatieve gevolgen van de opslagplaats, kon het vertrouwen van de bevolking niet meer winnen. Als gevolg hiervan zag de firma van haar plan af.

Voorbeeld over het besluitvormingsproces in Zweden ter aanzien van de opberging van o.a. hoogradioactief afval in geologische formaties (ref. 27)

In de besluitvorming over de wijze waarop radioactief afval in de toekomst opgeborgen zou moeten worden, was het beschikbaar zijn van relevante informatie een belangrijk bestanddeel van de beleidsstrategie. Met deze informatie konden politici en publiek zich een oordeel vormen over de technische aspecten. Hoewel het rekening houden met technische argumenten inherent is aan het afvalprobleem, was het beleid gericht op het betrekken van de bevolking bij de problematiek en op het verkrijgen van een besluit dat door de bevolking werd geaccepteerd. Deze beleidsopstelling heeft in Zweden positieve resultaten afgeworpen.

6.4 EVENTUELE VOLG OF SECUNDAIRE ACTIVITEITEN

Dit MER beschrijft de milieu effecten van langdurige tijdelijke opslag van radioactief afval in afvalopslaggebouwen. Echter, gezien de lange halveringstijden van sommige radioactieve stoffen in het afval wordt het wenselijk geacht deze stoffen uiteindelijk op een zodanige wijze op te bergen, dat er geen menselijke zorg meer nodig is om het vrijkomen van deze stoffen in deze geconcentreerde vorm in de menselijke leefomgeving te voorkomen. Het beleid van de Nederlandse regering is vooral gericht op het onderzoeken van de volgende mo-

gelijkheden voor de eindopberging van radioactief afval:
a. opberging in de diepe ondergrond, waarbij het onderzoek zich voor Nederland richt op steenzoutformaties,
b. opberging in een internationaal opgezette faciliteit.

Opberging in steenzout

Het onderzoek naar de mogelijkheden van opberging in steenzoutformaties wordt uitgevoerd in het kader van het OPLA-programma (par. 2.1). Dit onderzoek is opgesplitst in 3 fasen. Fase 1 omvat onderzoek dat leidt tot de keuze van opbergtechniek en formatietype. Fase 2 bestaat uit een verkennend geologisch en geohydrologisch vooronderzoek van enkele potentieel geschikte, nader te bepalen locaties. Fase 3 omvat een uitgebreide boven- en ondergrondse verkenning van een locatie, te kiezen op grond van de resultaten van het onderzoek in fasen 1 en 2. In september 1984 heeft de regering besloten de eerste fase van het onderzoeksprogramma te doen uitvoeren (ref. 4). Voor fase 1 en 2 gezamenlijk wordt een onderzoeksperiode van circa 4 jaar voorzien. De duur van fase 3 kan nog niet worden aangegeven. Deze zal echter langer zijn dan van fase 1 en 2 samen.

Opberging in een internationale faciliteit.

Zowel in OESO/NEA verband als in EG-verband wordt overlegd over de mogelijkheden van opberging van radioactief afval in een internationaal beheerde opbergplaats.

Buitenlandse ervaring

In verscheidene geïndustrialiseerde landen in de wereld wordt onderzoek verricht naar diepe ondergrondse opberging van radioactief afval. Het gaat hierbij om geologische formaties als zout, klei, graniet en basalt. SKB (Zweden) heeft in 1983 in een theoretische studie uiteengezet dat de veiligheid van geologische opberging in Zweden van radioactief afval afkomstig uit kerncentrales gewaarborgd kan worden (ref. 28). Voor laag- en middelradioactief afval is een geologische opbergingsfaciliteit in aanbouw. Hierin moet al het bedrijfsafval van de 12 Zweedse kerncentrales worden opgeborgen. Deze faciliteit zal naar verwachting in 1988 in gebruik worden genomen. Aan het eind van deze eeuw zullen bij deze faciliteit ook opbergruimten worden aangelegd voor het ontmantelingsafval van de kerncentrales. NAGRA (Zwitserland) heeft in een in 1985 verschenen rapport over een studieproject, waarin ook proefboringen zijn verricht, aangetoond dat de eindopberging van hoog-, middel- en laagradioactief afval in Zwitserland realiseerbaar is met inachtneming van voldoende lange-termijn veiligheid (ref. 29). Er is nog geen eindbergingslocatie bepaald. Voor het onderzoek naar de meest geschikte locatie wil men nog minimaal 10 jaar uittrekken. Door gebruik te maken van interim-

opslag heeft men de mogelijkheid om de onderzoeken met de nodige zorgvuldigheid uit te voeren. In Amerika is op basis van de 'Nuclear Waste Policy Act' van 1982 bepaald dat de president voor april 1987 een aanbeveling moet doen over een locatie waar geologische opberging zal kunnen plaats vinden. De eerste opberging van radioactief afval zal voor februari 1998 moeten kunnen plaatsvinden (ref. 30).

Verwachting voor Nederland

Op basis van de huidige kennis van geologische opbergingsmethoden en de resultaten van zowel nationaal als internationaal onderzoek is de verwachting gerechtvaardigd dat binnen enkele decennia een aanvaardbare methode zal zijn ontwikkeld voor de eindopberging van radioactief afval. Gezien de periode waarvoor interimopslag wordt voorzien (50-100 jaar) is voldoende tijd aanwezig om een oplossing uit te werken die zowel milieuhygiënisch, technisch, economisch als bestuurlijk optimaal is.

7. VERGELIJKING VAN DE MILIEU-EFFECTEN

De bestaande toestand van het lokale milieu en de ontwikkeling daarvan kan in dit locatie onafhankelijk MER niet worden beschreven.

Wel kan een aanzet worden gegeven voor een vergelijking van de gevolgen voor het milieu van de drie uitvoeringsalternatieven met bestaande grenswaarden en gemiddelde waarden. Dit kan goed worden gedaan voor de radiologische gevolgen, maar nauwelijks voor de niet-radiologische gevolgen.

Naast de onderlinge vergelijking van de uitvoeringsalternatieven is een vergelijking gemaakt met andere activiteiten die een vergelijkbare milieubelasting veroorzaken op bepaalde onderdelen.

7.1 ONDERLINGE VERGELIJKING VAN DE ALTERNATIEVEN

Stralingsdoses

In tabel 7.1 zijn weergegeven de natuurlijke stralingsdosis, de dosislimieten uit de kernenergiewet en de limiet van de stralingsdosis aan de terreingrens van de COVRA-faciliteit. De lozingsnormen voor de milieucompartmenten water en lucht zullen te zijner tijd worden vastgelegd in de vergunning in het kader van de kernenergiewet. Uit de waarden in de tabel blijkt dat de limiet van de dosis aan de terreingrens klein is ten opzichte van de natuurlijke stralingsdosis. De terreingrensdosis is van dezelfde orde van grootte als de spreiding die optreedt in de natuurlijke stralingsdosis. In tabel 7.2 zijn de stralingsdoses van de terreingrens opgenomen die het gevolg zijn van de lozingen die voortvloeien uit handelingen met LAVA en MAVA respectievelijk HAVA. Deze doses zijn zowel voor beide scenario's als voor de drie uitvoeringsalternatieven apart weergegeven. Uit deze tabel blijkt dat de onderlinge verschillen tussen de maximaal te verwachten jaarlijkse stralingsdosis ten gevolge van de lozing van radioactieve stoffen in de lucht voor de uitvoeringsalternatieven gering zijn. Verbranding van alle daarvoor in aanmerking komend laag- en middelradioactief afval in uitvoeringsalternatief B geeft een 10 maal zo hoge maximale dosis als het verbranden van alleen organisch vloeibaar afval (en kadavers) in de voorgenomen activiteit A en uitvoeringsalternatief C. Overpakken en opslag van splijtstofelementen onder water, zoals gekozen in alternatief B, geeft een ca. 10 maal lagere maximale stralingsdosis ten gevolge van lozingen dan droge opslag (voorgenomen activiteit A en uitvoeringsalternatief C) waarbij een overpakkingsstap in hotcells wordt toegepast (voorgenomen activiteit S). De reden hiervoor is, dat een deel van de corrosieproducten op het oppervlak van de zircaloy hulzen der splijtstofelementen via ventilatielucht kan worden meegevoerd bij manipulatie in de hotcell. Hetzelfde geldt bij opslag in

vaults, omdat aangenomen is dat een deel daarin behandeld zou moeten worden. Het is vooral het Cobalt-60 gehalte in de corrosieproducten dat verantwoordelijk is voor de berekende stralingsdosis. Als de stralingsdoses ten gevolge van lozingen worden vergeleken met de dosislimiet van 0.15 mSv per jaar voor de terreingrens, dan blijken de verschillen tussen de alternatieven niet relevant te zijn. De maximale lozingsdoses zijn in alle gevallen drie tot vier orden van grootte lager.

De stralingsdoses die voortvloeien uit de lozingen bereiken niet hun maximum aan de terreingrens (bijlage 6.1). Deze maximale waarden en de afstand tot het lozingspunt waarop deze worden bereikt, zijn opgenomen in tabel 7.3. Door vergelijking met de gegevens in tabel 7.2 valt af te leiden dat de maximale doses tengevolge van handelingen (verbranden) met het LAVA en MAVA een factor 10 hoger zijn dan hun terreingrenswaarden. Voor handelingen met HAVA (overpakken van splijtstofelementen) is de maximale dosis ongeveer tweemaal zo groot. Hierbij moet opgemerkt worden dat, wanneer alle bestraalde splijtstofelementen worden opgewerkt en dus alleen opwerkingsafval gehanteerd hoeft te worden, er geen lozingen bij COVRA te verwachten zijn als gevolg van het hanteren van het HAVA. In dat geval dienen uitsluitend de weergegeven doses voor het LAVA en MAVA voor de drie uitvoeringsalternatieven te worden beschouwd. Ook voor de maximaal optredende doses tengevolge van lozingen geldt dat deze orde van grootte kleiner zijn dan de spreiding die optreedt in de natuurlijke stralingsdosis.

Overige aspecten

Voor het vergelijken van de uitvoeringsalternatieven op andere aspecten kan worden gewezen op het terreinbeslag dat gemoeid is met de realisatie van deze uitvoeringen. Voor beide scenario's geldt dat uitvoeringsalternatief B (gericht op minimaal volume) een kwart minder terreinoppervlakte vergt dan de voorgenomen activiteit A. Alternatief C daarentegen zal bijna de helft meer terrein vergen dan de voorgenomen activiteit.

7.2 VERGELIJKING MET ANDERE ACTIVITEITEN

Een centrale opslag voor alle categorieën van radioactief afval in Nederland is enig in zijn soort. Een vergelijking met soortgelijke opslag- en verwerkingsfaciliteiten in Nederland is niet mogelijk. Wel kan een vergelijking worden gemaakt met andere activiteiten met op onderdelen vergelijkbare milieubelasting. Vergeleken kan worden met een kerncentrale, een transportbedrijf, een opslagplaats voor andersoortig afval en met bouwactiviteiten voor een gebouwencomplex.

Gemiddelde individuele natuurlijke stralingsdosis	1,5-2,5 mSv/j
Dosislimieten in de kernenergiewet	
o radiologisch werker	50 mSv/j
o lid van de bevolking	5 mSv/j
o buitenzijde van een gebouw waar met straling wordt gewerkt	1,5 mSv/j
Dosislimiet COVRA-terreingrens	0,15 mSv/j

Tabel 7.1 De natuurlijke individuele stralingsbelasting, individuele dosislimieten en de dosislimieten van toepassing op de centrale faciliteit

		Voorgenomen activiteit A	Uitvoeringsalternatief	
			B	C
LAVA/MAVA	scenario 1	$4 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-7}$
	scenario 2	$4 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-7}$
HAVA	scenario 1	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$
	scenario 2	$3 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$

Tabel 7.2 Stralingsdoses op de terreingrens ten gevolge van lozingen (in mSv per jaar)

		Voorgenomen activiteit A	Uitvoeringsalternatief	
			B	C
lozingen	LAVA/MAVA	S1 $4 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-6}$
	(max. op ca. 1000m)	S2 $4 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-6}$
	HAVA	S1 $2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$
	(max. op ca. 300m)	S2 $5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$
directe straling	(max. op terreingrens)	S1 0,15	0,15	0,15
		S2 0,15	0,15	0,15

Tabel 7.3 Maximale stralingsdoses (in mSv per jaar)

Kerncentrale

In de COVRA faciliteit spelen onder andere de volgende aspecten een rol: radiologische veiligheidsmaatregelen, lozingen van radioactieve stoffen en de aanwezigheid van splijtstoffen. Deze aspecten zijn ook van belang voor een kerncentrale.

De basisprincipes van de radiologische veiligheidsmaatregelen zoals de controle op stralingsniveaus in gebouwen en op het terrein, de controle van radioactiviteit in lozingen en dosisregistratie van medewerkers gelden zowel voor een kerncentrale als voor de COVRA-faciliteit. Lozingen van radioactieve stoffen treden op bij een kerncentrale zowel als bij COVRA. Bij normaal bedrijf van beide zullen de hoeveelheden en de soorten radionucliden verschillend zijn. Echter de te verwachten stralingsdosis voor de omgeving is voor beide installaties vergelijkbaar klein. In de toekomst zal bij COVRA veel meer splijtstof aanwezig kunnen zijn dan in een kerncentrale. In de kerncentrale wordt de splijtstof gebruikt om een voortdurende kernsplijting op gang te houden. Bij COVRA wordt de splijtstof passief opgeslagen.

De effecten van ongevallen bij COVRA zijn orden van grootte kleiner dan voor de meest ernstige ongevallen bij een kerncentrale en derhalve zijn er voor de COVRA-faciliteit geen zonering en geen evacuatieplannen nodig.

Transportbedrijf

De transportactiviteiten van COVRA zijn in omvang te vergelijken met die van een klein transportbedrijf. Afwijkend zijn wel de zware transporten van hoogradioactief afval. Het aantal van deze transporten is echter klein in vergelijking met het totale aantal bijzondere transporten dat in ons land plaatsvindt.

Opslagplaats voor andersoortig afval

Een vergelijking met een opslagplaats voor andersoortig afval is moeilijk te maken. Gedacht kan worden aan een vergelijking met bijvoorbeeld de zogenaamde C-2 deponie. Dit is een deponie voor niet-verwerkbaar chemisch afval. Deze vergelijking gaat echter mank. De C-2 deponie is geen langdurige tijdelijke opslag maar een definitieve stort. Bovendien zijn de hoeveelheden van het chemisch afval van een andere orde en wordt dit afval onverwerkt in de deponie gebracht. Daarnaast is er eigenlijk geen goede methode voorhanden om radiologische effecten te vergelijken met chemische effecten. Een op onderdelen iets betere vergelijking kan worden gemaakt met een regionaal opslag-depot voor chemische afvalstoffen. In een dergelijk depot worden diverse categorieën chemisch afval afzonderlijk opgeslagen. Deze opslag is tijdelijk. Er vindt registratie plaats

van soorten en hoeveelheden en er vindt controle plaats op het opgeslagen materiaal.

Bouwactiviteit voor een gebouwencomplex

De bouw van de opslagloodsen van laag- en middelactief afval is qua omvang en soort vergelijkbaar met de bouw van willekeurige andere loodsen met hetzelfde bouwvolume en is als industriële bouwactiviteit niet bijzonder. De bouw van een vault of een gebouw voor opslag in waterbassins kan worden vergeleken met de bouw van grote bijzondere constructies zoals bijvoorbeeld de elementen voor de pijlerdam in de Oosterschelde of een grote brug.

8. LEEMTEN IN KENNIS EN INFORMATIE

In het MER zijn twee scenario's beschouwd voor de te verwachten hoeveelheden afval. Het werken met een scenario houdt per definitie een onzekerheid in. Voor de bedrijfstijd van de KCB en de KCD is een periode van 30 jaar gekozen; dit kan echter in de praktijk zowel korter als langer worden. De onzekerheid wordt bovendien nog vergroot door het feit dat prognoses moeten worden gegeven over een periode tot 100 jaar.

De volgende punten zijn sterk te worden ingevuld in het MER:

- De locatie
- De installatie
- De ontwerp- en bestaande splitsstofelementen
- De ontwerp- en bestaande opslag
- De ontwerp- en bestaande ontwerpspecificaties voor de afval en de constructies
- De ontwerp- en bestaande eindopberging

8.1 DE LOCATIE

Het ontbreken van gegevens over de locatie heeft invloed gehad op het bepalen van de gevolgen die kunnen worden berekend uit de emissies. De verspreiding van de lozingen kunnen voor het milieucompartiment lucht goed berekend worden omdat de variaties in meteorologische omstandigheden in Nederland niet erg groot zijn. De lokale omstandigheden van de compartimenten water en bodem variëren wel in grote mate. In dit locatie-onafhankelijk MER kan daarom geen verspreiding in die milieucompartimenten worden berekend. Ook kan op dit moment niet worden ingegaan op de effecten van eventueel omringende industriële activiteiten. Hetzelfde geldt voor de aanwezigheid van woonbebouwing, bevolkingsdichtheden, de infrastructuur van de wegen, enz. Ruimtelijke aspecten zijn alleen in algemene zin beschreven.

8.2 DE SCENARIO'S

In dit MER zijn twee scenario's beschouwd voor de te verwachten hoeveelheden afval. Het werken met een scenario houdt per definitie een onzekerheid in. Voor de bedrijfstijd van de KCB en de KCD is een periode van 30 jaar gekozen; dit kan echter in de praktijk zowel korter als langer worden. De onzekerheid wordt bovendien nog vergroot door het feit dat prognoses moeten worden gegeven over een periode tot 100 jaar.

Maatschappelijke en technische ontwikkelingen over zo'n lange periode kunnen zeer ingrijpend zijn. Zo was 100 jaar geleden het verschijnsel radioactiviteit nog volledig onbekend.

8.3 DE OPWERKING VAN BESTRAALDE SPLITSTOF-ELEMENTEN

Voor een deel van de bestraalde splitsstofelementen van de KCB en de KCD zijn opwerkingscontracten afgesloten. De opwerking zal in Frankrijk en Engeland plaatsvinden in fabrieken die op dit moment nog in aanbouw zijn. Zolang niet werkelijk is opgewerkt blijft onzekerheid daarover aanwezig en moet ook rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat bestraalde splitsstofelementen naast, of in plaats van, opwerkingsafval moeten worden opgeslagen. Voor eventuele nieuwe kerncentrales is uiteraard nog niet bekend of tot opwerking zal worden besloten. Ook hier geldt dat technologische ontwikkelingen in de toekomst ingrijpende wijzigingen kunnen veroorzaken. Deze worden echter niet verwacht voor de komende 10 tot 20 jaar.

8.4 DE EINDOPBERGING

Over de wijze van eindopberging is nog geen beslissing genomen. De regering houdt de mogelijkheden open van een nationale oplossing in bijvoorbeeld zoutformaties en van een internationale oplossing.

Gelet op de nu beschikbare resultaten van onderzoek in bijvoorbeeld Duitsland, Zweden, Zwitserland en Amerika en de nu aanwezige wetenschappelijke en technologische kennis is het evenwel ondenkbaar dat zo'n eindopberging niet operationeel zal worden in de komende decennia.

8.5 ONTWERPSPECIFICATIES VOOR SYSTEMEN EN CONSTRUCTIES

Voor een deel van de installaties die in dit MER zijn beschreven, zijn op dit moment slechts globale beschrijvingen voorhanden.

Randvoorwaarden en principes waaraan deze installaties moeten voldoen zijn wel reeds nu bekend en ook aangegeven in dit MER. De exacte en gedetailleerde ontwerp-specificaties zullen pas worden vastgelegd in het uiteindelijke ontwerp. Als voorbeeld kan worden genoemd de maximale temperatuur die bereikt zou worden in de vault wanneer al¹ inlaten van de koellucht worden afgesloten tengevolge van een terroristische actie of een rampzalige gebeurtenis buiten het gebouw (zie hoofdstuk 6). In het veiligheidsrapport dat zal worden opgesteld in het kader van de aanvraag van een kernenergiewetvergunning, zullen meer details worden vastgelegd.

Leemten in kennis
en informatie

invloed op de milieu-effecten

	lucht	water	bodem	geluid en trillingen	ruimtelijke aspecten	belevings- aspecten
Locatie	x	x	x	x	x	o
Scenario's	x	x	x	x	x	xx
Opwerken	x	x	o	o	o	x
Eindopberging	o	o	o	o	o	xx
Ontwerpspecificaties	x	x	x	x	x	o
Voorspellingsmethoden	x	x	x	o	o	o
o geen invloed	x weinig invloed		xx grote invloed			

Tabel 8.1 Invloed van leemten in kennis en informatie op de milieu-effecten

In dit MER is rekening gehouden met het optreden van lekkages in splitsstofelementen en in containers. De mate van optreden daarvan zal pas bij de praktijkuitvoering met zekerheid bekend worden. Nu moet worden gewerkt met een op grond van ervaringen in kerncentrales geschat percentage van lekke splitsstofelementen. Ook omtrent het lange termijn gedrag van de verpakkingen bestaat geen absolute zekerheid. Deze onzekerheden behoeven echter geen invloed te hebben op de milieu effecten van de opslagfaciliteit, omdat eventuele lekkages en defecten van verpakkingen altijd hersteld zullen kunnen worden.

Het is daarom niet zinvol om met nauwkeuriger invoergegevens en met meer gedetailleerde modellen te werken. De daarmee te berekenen stralingsdoses zullen immers nog lager liggen.

8.6 ONZEKERHEDEN IN DE VOORSPELLINGSMETHODEN

De voorspellingsmethoden voor de verspreiding van radioactieve stoffen en modellen voor de berekening van individuele stralingsdoses (zie bijlage 6.1) berusten op wiskundige modelbenaderingen van de werkelijkheid. Dit betekent dat de resultaten van deze voorspellingen behept zijn met een onzekerheid, die zowel tot onderschatting als tot overschatting van het effect kan leiden. Ter voorkoming van onderschatting van effecten worden de invoergegevens zodanig gekozen dat ze het resultaat altijd zullen overschatten (conservatieve benadering). De gebruikte modellen zijn vrij grof. Met een conservatieve benadering in deze grove modellen, zijn de milieu effecten, uitgedrukt als stralingsdosis, reeds klein (dat wil zeggen vallen binnen de variatie die in Nederland optreedt in de natuurlijke stralingsdosis).

9. REFERENTIES

- 1 Studie naar de mogelijkheden voor de verwijdering van uit Nederland afkomstig laag- en middelradioactief vast afval anders dan door storten in de Atlantische Oceaan
Commissie HVRA, maart 1983
- 2 De mogelijkheden van interimopslag van bestraalde splijtstofelementen en kernsplijtingsafval in Nederland
MINSK studie, 1984
- 3 Voorstel voor een programma van onderzoek inzake de geologische opberging van radioactief afval in Nederland.
OPLA 84-50, Ministerie van Economische Zaken, juni 1984
- 4 Handelingen Tweede Kamer, vergaderjaar 1984-1985, 18343, nr. 6.
- 5 Nota Radioactief afval
Tweede Kamer, vergaderjaar 1983-1984, 18343, nrs. 1 en 2
- 6 Eindrapport van de Stuurgroep Maatschappelijke Discussie Energiebeleid, december 1983
- 7 Advies over mogelijke locaties voor de opslag van radioactief afval, LOFRA, oktober 1985
- 8 Ophaaldienst COVRA, Staatscourant 28 september 1984, no. 190
- 9 Behandelingsmethoden voor laag- en middelradioactief afval
ECN-NUCON, januari 1984
- 10 Inventarisatie laag- en middelactief vast afval in Nederland
Rapport T.H. Eindhoven, december 1983
- 11 Advies inzake toepassing van een verbrandingsoven bij de verwerking van LAVA/MAVA, Gezondheidsraad, februari 1982
- 12 Interim opslagfaciliteit laag- en middelradioactief afval
ECN-NUCON rapport januari 1983
- 13 Indicatief meerjaren Programma Straling 1985-1989, ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, ISBN 90 12 047692
- 14 Natuurlijke achtergrondstraling in Nederland, deel 1.
vrije veld metingen, Rapport nr. 248108001, Sawora-project A 1.1, RIVM, Bilthoven
- 15 Straling in de samenleving, Stafleu's Wetenschappelijke uitgeversmaatschappij b.v., Alphen a/d Rijn / Brussel, 1981 ISBN 90 6016 3990
- 16 Coördinatie-Commissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen (CCRX), rapport 1982, 1983 en 1984
- 17 Kernenergiewet, Radioactieve-stoffenbesluit, 10 september 1969 Stb 404
- 18 Milieu-effectrapportage 20, Effectvoorspelling, II Lucht, Ministerie VROM
- 19 US NRC Regulatory Guide 1.3
Assumptions used for evaluating the potential radiological consequences of a Loss Of Coolant Accident for Boiling Water Reactors, June 1974
- 20 US NRC Regulatory Guide 1.25:
Assumptions used for evaluating the potential radiological consequences of a fuel handling accident in the fuel handling and storage facility for boiling and pressurized water reactors, March 1972
- 21 International Commission on Radiological Protection, Limits for intakes of radionuclides by workers, ICRP Publication 30, 1979
- 22 The transportation of nuclear materials, Sandia report, SAND 84-0062, TTC-0471, 1984
- 23 Commissie van de Europese Gemeenschappen, Radiological protection criteria for controlling doses to the public in the event of accidental release of radioactive material, Luxemburg, July 1982
- 24 Opinie-analyses, Nederlandse Stichting voor de Statistiek, Den Haag, juli/augustus 1985
- 25 Vestiging kerncentrale in Golfech, Midi Pyrenees Frankrijk 1982
- 26 Allied Chemical Site, Rossville, Maryland, USA 1974-1980
- 27 K.B.S. Zweden, 1976-1978
- 28 Final storage of spent nuclear fuel, SKBF/KBS-3, Stockholm, 1983
- 29 Project Gewähr 1985, Realisierbarkeit und Langzeitsicherheit der Endlager für radioaktive Abfälle, Nagra, Baden, 1985
- 30 Mission Plan for the Civilian Radioactive Waste Management Program Volumes I and II, US Department of Energy, DOE/RW-0005 Draft, July 1984

BIJLAGEN

- 2.1 Radioactiviteit en straling, eenheden, begrippen, normen
- 2.2 Motie Lansink
- 2.3 Statuten COVRA
- 2.4 Aandeelhoudersovereenkomst COVRA
- 2.5 Hoeveelheden radioactief afval die dienen te worden verwerkt en opgeslagen
- 2.6 Belangrijkste consequenties van uitbreiding kerncentrales met 4000 MWe in plaats van 2000 MWe
- 3.1 Verzoek om richtlijnen voor locatie-onafhankelijk milieu-effect rapport COVRA brief en notitie d.d. 8 maart 1985
- 3.2 Transport van radioactief afval
- 3.3 Verwerken en verpakken LAVA/MAVA
- 3.4 Opslagmethoden LAVA/MAVA/HAVA, inclusief bouwvolume en ruimtebeslag
- 3.5 Acceptatievoorwaarden COVRA
- 6.1 Verspreidingsmodellen
- 6.2 Depositie op de bodem
- 6.3 Uitgangspunten lozingsberekeningen laag- en middelradioactief afval
- 6.4 Uitgangspunten lozingsberekeningen hoogradioactief afval

AFKORTINGEN

ALARA	As Low As Reasonably Achievable (zo laag als redelijkerwijs mogelijk)
ALI	Annual Limit of Intake
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
BNFL	British Nuclear Fuel Limited
Bq	Becquerel
°C	graden Celsius
CCRX	Coördinatiecommissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen
Cogéma	Compagnie Générale des Matières Nucléaires
COVRA	Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EG	Europese Gemeenschappen
EURATOM	Europese Gemeenschap voor Atoomenergie
EZ	Economische Zaken
GKN	Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland
Gy	Gray
h	uur (hora)
ha	hectare, 10.000 m ²
HAVA	Hoog Actief Vast Afval
HVRA	Commissie Heroverweging Verwijdering Radioactief Afval
IAEA	Internationaal Atoom Energie Agentschap
ICRP	International Committee on Radiological Protection
ILONA	Integraal Landelijk Onderzoek Nucleair Afval
J	jaar
KCB	Kerncentrale Borssele
KCD	Kerncentrale Dodewaard
KEW	Kernenergiewet
KFD	Kernfysische Dienst
kg	kilogram
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KSA	Kernsplijtingsafval
LAVA	Laag Actief Vast Afval
LOFRA	Commissie Lokatiekeuze Opslagfaciliteit Radioactief Afval
MAVA	Middel Actief Vast Afval
MDE	Maatschappelijke Discussie Energiebeleid
MER	Milieu-effectrapport
m.e.r.	milieu-effectrapportage
VCmer	Voorlopige Commissie milieu-effectrapportage
mSv	milliSievert
MINSK	Mogelijkheden van Interimopslag in Nederland van bestraalde Splijtstofelementen en KSA
MWe	Megawatt elektrisch
NMP	Nationaal Meetprogramma
OPLA	Opberging te Land
PZEM	Provinciale Zeeuwse Energie Maatschappij
RASB	Radioactieve-Stoffen Besluit
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
RIVO	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek
RIZA	Rijksinstituut voor Zuivering van Afvalwater
SAWORA	Stralingsaspecten van Woonhygiëne en verwante Radio-ecologische problemen
Sv	Sievert
SZW	Sociale Zaken en Werkgelegenheid
VROM	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WABM	Wet Algemene Bepalingen Milieuhygiëne
WRO	Wet op de Ruimtelijke Ordening
WVC	Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur

VERKLARENDE WOORDENLIJST

[illegible]

Immissie	het instromen van gasen, vloeistoffen en andere stoffen in de biosfeer
Inert	chemisch met (vrijwel) niets reageren
Ingekapselde bron	radioactieve bron die in een omhulning (matrix) is ingebouwd
Ingestie	opname in het lichaam door eten en/of drinken
Ion	electrisch geladen deeltje (door opname of afstaan van een electron)
Ioniserende straling	straling die op haar weg door de materie daaraan energie overdraagt door het wegslaan van electronen uit atomen of moleculen
Isotopen	verschillende atomen van eenzelfde element met dezelfde chemische eigenschappen waarbij het aantal neutronen in de atoomkern verschilt maar het aantal protonen in de kern hetzelfde is
Kernsplijting	proces waarbij een zware atoomkern uiteenvaalt in twee kleinere kernen
Kortlevend	een korte halveringstijd hebbende, dus snel vervallend
Kosmische straling	uit het heelal afkomstige zeer energieke straling
Kosmogene straling	straling afkomstig vna radionucliden die ontstaan door de wisselwerking van kosmische straling met atoomkernen in de atmosfeer
Langlevend	een lange halveringstijd hebbende, dus langzaam vervallend
LAVA	afkorting vna Laag Actief Vast Afval, radioactief afval waarvan het dosistempo op het oppervlak van de verpakking minder dan 2 millisievert per uur bedraagt
Matrix	gietsvorm
MAVA	afkorting van Middel Actief Vast Afval, radioactief afval waarvan het dosistempo op het oppervlak van de verpakking meer dan 2, maar minder dan 20 millisievert per uur bedraagt
Molecuul	chemische verbinding van een aantal atomen
Natuurlijke achtergrond straling	straling van nature aanwezig in het milieu
Neutron	ongeladen kerndeeltje met een massa ongeveer gelijk aan die van een proton
Nucleaire geneeskunde	geneeskunde die gebruik maakt van radioactieve stoffen
Nuclide	atoomsoort met een bepaald aantal protonen en neutronen in de kern
Oernucliden	radioactieve stoffen die sinds het ontstaan van de aarde aanwezig zijn
Open bron	een niet-ingekapselde radioactieve stof
Opwerkings fabriek	fabriek waar uit de gebruikte splijtstofstaven van de kerncentrales nog bruikbare splijtstof wordt teruggewonnen
Permeatie	doordringbaarheid/doorlaatbaarheid
Penetratie	door of binnendringing
Precipiteren	neerslaan
Proton	kerndeeltje met de (positieve) eenheidslading en een massa ongeveer gelijk aan die van een neutron
Radioactiviteit	de eigenschap van bepaalde atomen spontaan deeltjes of energie uit te zenden of spontaan kernsplijting te ondergaan
Radiologische werker	persoon die vanwege zijn beroep met radioactieve stoffen werkt
Radionuclide	radioactief atoom
Radiotoxiciteit	de radioactieve schadelijkheid
Restactiviteit	activiteit die over is van een oorspronkelijk aanwezige hoeveelheid activiteit
Rookgassen	gassen die ontstaan bij verbranding en die na reiniging worden geloosd in de lucht
Röntgenstraling	electromagnetische straling met zeer korte golflengte en daardoor groot doordringingsvermogen, afkomstig van processen in de electronenwolk die de atoomkern omgeeft
Sievert (Sv)	eenheid van dosisequivalent, uitgedrukt in energie per massa-eenheid
Splijtingsproducten	(radioactieve)stoffen, die ontstaan als gevolg van een kernsplijting
Splijtstof	brandstof voor een kerncentrale (bijvoorbeeld Uranium)
Stralingsbelasting	zie dosisequivalent

Stralings hygiëne	het inzicht in de bescherming tegen de risico's bij het gebruik van radioactieve stoffen, ioniserende straling uitzendende toestellen en nucleaire installaties
Tritium	radioactief isotoop van waterstof waarvan de kern bestaat uit 1 proton en 2 neutronen
Vault	engels voor gewelf of kluis
Verrijking	het verhogen van het gehalte van de uranium-235-isotoop in natuurlijk uranium (natuurlijk uranium bestaat voor ca. 0,7% uit uranium-235, verrijkt uranium, dat in de splijtstofstaven voor kerncentrales wordt gebruikt, bevat 2,5 tot 3%)
Vervalproduct	nuclide dat ontstaat uit het verval van een ander nuclide
Xenobiotische stoffen	stoffen die vreemd zijn voor biologische systemen

inis - uf - 10806

continues →

(continues).

Inhoudsopgave bijlagen

- 2.1 Radioactiviteit en straling, eenheden, begrippen, normen
- 2.2 Motie Lansink
- 2.3 Statuten COVRA
- 2.4 Aandeelhoudersovereenkomst inzake COVRA
- 2.5 Hoeveelheden radioactief afval die dienen te worden verwerkt en opgeslagen
- 2.6 Belangrijkste consequenties van uitbreiding kerncentrales met 4000 MWe

- 3.1 Verzoek om richtlijnen voor locatie-onafhankelijk milieu-effect rapport; COVRA brief en notitie dd. 8 maart 1985
- 3.2 Transport van radioactief afval
- 3.3 Verwerken en verpakken van laag- en middelradioactief afval
- 3.4 Opslagmethoden
- 3.5 Acceptatievoorwaarden en registratieformulieren COVRA

- 6.1 Verspreidingsmodellen
- 6.2 Depositie op de bodem
- 6.3 Uitgangspunten lozingsberekeningen laag- en middelradioactief afval
- 6.4 Uitgangspunten lozingsberekeningen hoogradioactief afval

Radioactiviteit en straling, eenheden, begrippen, normen

-
1. Begrippen, grootheden en eenheden
 2. Nationaal en internationaal gebruikte normen
 3. Referenties

In het hiernavolgende wordt beknopt enige informatie gegeven over:

- begrippen, grootheden en eenheden die verband houden met radioactiviteit en straling;
- nationaal en internationaal gebruikte normen;

1. Begrippen, grootheden en eenheden

Er is sprake van radioactiviteit wanneer een stof de eigenschap heeft om spontaan ioniserende straling uit te zenden. De radioactieve atomen (radionucliden) gaan veelal over in atomen van een ander element. De radioactieve stof vervalst. Wanneer het nieuw gevormde atoom stabiel is treedt geen verder verval op. Is het nieuw gevormde atoom ook radioactief dan spreekt men van een radioactieve dochter. Verder verval zal dan optreden totdat een stabiel atoom ontstaat.

De eenheid van (radio)activiteit is de becquerel (Bq). Een activiteit van 1 becquerel betekent het verval van één atoom per seconde. De oude eenheid is de curie (Ci). Er geldt $1 \text{ Ci} = 37 \times 10^9 \text{ Bq}$.

Bij radioactieve stoffen is de activiteit belangrijker dan het gewicht of het volume.

1 Gigabecquerel uraan-238 komt overeen met 81 kilogram en

1 Gigabecquerel cobalt-60 komt overeen met 24 microgram.

De snelheid waarmee een radionuclide vervalst is kenmerkend voor het soort nuclide. De vervalsnelheid kan niet worden beïnvloed door uitwendige omstandigheden zoals bijvoorbeeld de temperatuur of druk. De tijd waarin de helft van een hoeveelheid radionucliden vervalst is de halveringstijd. Er zijn stoffen bekend met halveringstijden van minder dan een seconde tot meer dan een miljard jaar.

De voornaamste soorten ioniserende straling zijn:

- alfa-straling, die uit positief geladen heliumkernen bestaat;
- beta-straling, die uit positief of negatief geladen snelle elektronen bestaat;
- neutronen-straling, die uit ongeladen deeltjes bestaat;

- gamma-straling, dit is electromagnetische straling, afkomstig uit de atoomkern;
- röntgen-straling, dit is electromagnetische straling afkomstig uit de elektronenschil van een atoom.

Straling kan worden tegengehouden door een afscherming aan te brengen. Alfa-straling heeft een zeer gering doordringend vermogen en kan reeds met een dun papiertje volledig worden tegengehouden.

Beta-straling heeft een klein doordringend vermogen. Een laagje water van ruim 1 cm kan de straling volledig tegenhouden.

Voor de afscherming van neutronen worden veelal materialen gebruikt met lichte atoomkernen zoals bijvoorbeeld water. De energie van de neutronen is een belangrijke factor bij de bepaling van de dikte en de benodigde afscherming.

Gamma-straling kan een zeer groot doordringend vermogen hebben. Een afschermende laag beton van enige centimeters tot meer dan een meter kan hier nodig zijn. Ook lood is een veel gebruikt afschermingsmateriaal voor gamma-straling. De energie van de straling speelt een belangrijke rol bij de keuze van de afscherming.

Röntgenstraling kan eveneens goed afgeschermd worden met beton of lood.

Straling is equivalent met energie. Wanneer straling op een hoeveelheid materiaal valt, wordt door het materiaal een deel van die energie geabsorbeerd. De hoeveelheid geabsorbeerde energie per gewichtseenheid van het materiaal is de dosis. De eenheid van dosis is de Gray (Gy). De oude eenheid is de rad. Er geldt $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.

Wanneer levend weefsel wordt bestraald is de veroorzaakte schade in dat weefsel evenredig met de geabsorbeerde energie. Alfa-straling veroorzaakt in het weefsel echter een ander energieabsorptiepatroon dan gamma-straling. De biologische werkzaamheid van alfa-straling is dan ook anders dan die van gamma-straling. De biologische werkzaamheid kan worden uitgedrukt in een kwaliteitsfactor. Als maat voor de schade in levende systemen en dus voor het effect van de straling wordt daarom gebruikt de geabsorbeerde dosis vermenigvuldigd met de kwaliteitsfactor: dit is het dosisequivalent. De eenheid van dosisequivalent is de Sievert (Sv).

De oude eenheid is de rem. Er geldt $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$. Meestal wordt een kleinere eenheid gebruikt namelijk de milliSievert mSv. Hiervoor geldt $1 \text{ mSv} = 0,001 \text{ Sv}$. Kortheidshalve wordt in plaats van dosisequivalent meestal over dosis gesproken. Doses uitgedrukt in Sievert of milliSievert kunnen vergeleken worden onafhankelijk van de soort straling of de manier van bestraling.

2. Nationaal en internationaal gebruikte normen.

Uitgangspunt van de stralingshygiëne vormen de aanbevelingen van de International Commission on Radiological Protection (ICRP).

Doordat deze aanbevelingen wereldwijd worden gevolgd is sprake van een wereldwijde harmonisatie van de normstelling.

De uitgangspunten zijn:

- rechtvaardiging
toepassing van straling wordt slechts dan toegestaan wanneer het voordeel in voldoende mate opweegt tegen de eventuele nadelen.
- alara-principe
alle blootstelling aan straling moet zo beperkt worden gehouden als redelijkerwijs mogelijk is (as low as reasonably achievable).
Hierbij worden ook sociale en economische factoren betrokken.
- dosislimitering
vastgestelde dosislimieten mogen niet worden overschreden.

In de Nederlandse kernenergiewet zijn de volgende dosislimieten vastgelegd:

- voor radiologische werkers 50 millisievert per jaar
- voor leden van de bevolking 5 millisievert per jaar.

Voorts is vastgelegd dat aan de buitenzijde van een gebouw waar radioactieve stoffen worden toegepast leden van de bevolking geen grotere dosis mogen oplopen dan 1,5 millisievert per jaar.

Ook zijn grenzen aangegeven waarbeneden geen lozingsvergunning nodig is.

luchtlozingen	alfa-activiteit	kleiner dan 37	milliBq/m ³
	beta/gamma-activiteit	kleiner dan 3,7	Bq/m ³
waterlozingen	alfa-activiteit	kleiner dan 0,37	kiloBq/m ³
	beta/gamma-activiteit	kleiner dan 11	kiloBq/m ³

Meer uitgebreide informatie wordt gegeven in de hierna genoemde referenties.

3. Referenties

- "Straling in de samenleving" van Dr. J.B.Th. Aten,
Dr. P.P.W. van Buul, Drs. J.A.G. Davids, Ir. Chr.J. Huyskens,
Prof.dr. F.H. Sobels en Prof.dr. O. Vos.
1981 - Stafleu's Wetenschappelijke Uitgeversmaatschappij.
- "Stralingsbescherming" van Dr. J. Weber en Dr. C.E. Rasmussen
1985 - Delftse Uitgevers Maatschappij.

Motie Lansink

Tweede Kamer der Staten-Generaal**2**

Vergaderjaar 1984-1985

18 830**Regeringsstandpunt met betrekking tot Eindrapport van de Maatschappelijke Discussie Energiebeleid Vestigingsplaatsen voor kerncentrales****Nr. 16****MOTIE VAN HET LID LANSINK C.S.**

Voorgesteld 18 juni 1985

De Kamer,

gehoord de beraadslaging;

overwegende, dat het kabinet de bouw van ten minste twee kerncentrales uit sociaal-economische, alsmede uit milieu- en energiepolitieke redenen gewenst acht,

van oordeel, dat een milieuhygienisch verantwoorde, beheersbare oplossing van het vraagstuk van het radio-actief afval daartoe een voorwaarde is;

tevens van oordeel, dat zowel de langdurige bovengrondse opslag als dan niet na opwerking en de verwerking en opslag in internationaal verband toereikende oplossingen zijn;

verzoekt de regering, de Kamer te informeren over de keuze uit en realisering van één van deze opties alvorens de vergunning krachtens de Kernenergiewet voor de bouw van één of meer kerncentrales wordt verleend,

en gaat over tot de orde van de dag

Lansink
Braams
Van der Linden

Tweede Kamer der Staten-Generaal**2**

Vergaderjaar 1984-1985

18 830**Regeringsstandpunt met betrekking tot Eindrapport van de Maatschappelijke Discussie Energiebeleid Vestigingsplaatsen voor kerncentrales****Nr 27****GEWIJZIGDE MOTIE VAN HET LID LANSINK C.S. TER VERVANGING VAN DIE GEDRUKT ONDER NR. 16**

Voorgesteld 25 juni 1985

De Kamer,

gehoord de beraadslaging;

overwegende, dat het kabinet de bouw van ten minste twee kerncentrales uit sociaal-economische, alsmede om milieu- en energiepolitieke redenen gewenst acht;

van oordeel, dat een milieuhygienisch verantwoorde, beheersbare oplossing van het vraagstuk van het radio-actief afval daartoe een voorwaarde is;

van oordeel, dat zowel de langdurige bovengrondse opslag, al dan niet na opwerking, en de verwerking en opslag in internationaal verband in beginsel aanvaardbare oplossingen zijn,

tevens van oordeel, dat zekerheid omtrent de realiseerbaarheid van een aanvaardbare oplossing moet bestaan alvorens de vergunning krachtens de Kernenergiewet voor de bouw van één of meer kerncentrales wordt verleend,

verzoekt de regering, de bedoelde vergunning niet eerder af te geven dan nadat de Kamer met de gekozen oplossing van het afvalvraagstuk heeft ingestemd

en gaat over tot de orde van de dag

Lansink
Braams
Van der Linden

Statuten COVRA

Concept-akte van statutenwijziging
terzake van de voorgenomen statuten-
wijziging en omzetting in een
naamloze vennootschap van de te
's-Gravenhage gevestigde besloten
vennootschap met beperkte aansprake-
lijkheid:

Centrale Organisatie Voor Radio-
aktief Afval (COVRA) B.V.,
zoals opgesteld door Mr J.W. Meuter,
notaris te 's-Gravenhage.

----- NAAM EN ZETEL -----

Artikel 1. 1. De vennootschap draagt de naam: -----
Centrale Organisatie Voor Radio-actief Afval (COVRA) N.V. --
2. Zij is gevestigd te 's-Gravenhage. -----

----- DOEL -----

Artikel 2. 1. De vennootschap heeft ten doel blijvend en ---
bedrijfsmatig te voorzien in de zorg voor alle aan haar aan-
geboden radioactief afval, direct of indirect afkomstig van
houders van een vergunning krachtens de Kernenergiewet, en -
voor daarvoor mede in aanmerking komende, al dan niet ioni-
serende stralende uitzendende stoffen en voorwerpen. Tot het
doel behoort in het bijzonder het verwerven, inzamelen, be-

werken, verwerken, tijdelijk en duurzaam bewaren en het verwijderen van het eerder bedoelde afval. -----

2. Ter verwezenlijking van het in het eerste lid gendeelde -- doel kunnen, binnen de grenzen van het beleid van de rijksoverheid ter zake van radioactief afval, de werkzaamheden van de vennootschap bestaan uit: -----

- a. het bedrijfsmatig verwerven, inzamelen, bewerken, verwerken en verwijderen van radioactief afval, dan wel het uitzbesteden van één of meer van deze activiteiten, daaronder begrepen het tijdelijk of duurzaam bewaren en opslag van radioactief afval, alsmede het coördineren en centraliseren van een en ander; -----
- b. het verwerven, stichten en in beheer nemen en houden van tijdelijke en definitieve bergplaatsen voor het in het eerste lid bedoelde radioactieve afval en/of het op andere wijze zorgdragen voor een uiteindelijke definitieve bestemming of verwijdering van het in het eerste lid bedoelde radioactieve afval; -----
- c. het verrichten of doen verrichten, alsmede het stimuleren van research ten behoeve van het onder a en b vermelde, waaronder begrepen het ontwikkelen en uitvoeren van methodieken met betrekking tot het verwijderen van radioactief afval; -----
- d. het deelnemen in en het beheren van andere ondernemingen met een gelijk of soortgelijk doel, zowel nationaal als internationaal. -----

DUUR

Artikel 3. De vennootschap duurt voor onbepaalde tijd voort. -----

KAPITAAL

Artikel 4. Het maatschappelijk kapitaal van de vennootschap bedraagt veertig miljoen gulden (f 40.000.000,--) en is verdeeld in tachtig duizend (80.000) aandelen, elk nominaal groot vijfhonderd gulden (f 500,--). -----

Artikel 5. 1. Uitgifte van niet-geplaatste aandelen en vervreemding van eigen aandelen in het bezit van de vennootschap kan geschieden krachtens een besluit van de algemene vergadering van aandeelhouders en onder zodanige bepalingen als deze vergadering zal vaststellen, met dien verstande, dat steeds de goedkeuring van de raad van commissarissen is vereist. -----

2. Uitgifte van aandelen geschiedt nimmer beneden par. ----
3. Aandelen kunnen tegen gedeeltelijke volstorting worden --
uitgegeven. In dat geval zal het verplicht te storten per-
centage vijftientig procent van de nominale waarde bedragen,
tenzij op grond van een wettelijke regeling een hoger per-
centage is voorgeschreven. -----
4. Onverminderd het bepaalde in artikel 60 lid 3 Boek 2 van
het Burgerlijk Wetboek, vindt verdere storting op niet-vol-
gestorte aandelen slechts plaats, indien en voor zover de --
directie, mits met goedkeuring van de raad van commissarissen,
hiertoe besluit. -----
5. Behoudens de in de wet genoemde uitzonderingen, genieten --
de aandeelhouders bij uitgifte een recht van voorkeur, ieder
naar rato van de reeds in zijn bezit zijnde aandelen. -----
6. De vennootschap kondigt de uitgifte met voorkeursrecht en
het tijdvak, waarin dat kan worden uitgeoefend, schriftelijk
aan de houders van aandelen aan op het door hen opgegeven --
adres. -----
7. Voorts kan het voorkeursrecht worden beperkt of uitge- --
sloten bij besluit van de algemene vergadering van aandeel-
houders. In het voorstel hiertoe moeten de redenen voor het
voorstel en de keuze van de voorgenomen koers van uitgifte --
schriftelijk worden toegelicht. -----
8. Voor het besluit van de algemene vergadering van aandeel-
houders tot beperking of uitsluiting van het voorkeursrecht
is een meerderheid van tenminste twee/derde der uitgebrachte
stemmen vereist, indien minder dan de helft van het ge- ----
plaatste kapitaal is vertegenwoordigd. Voorts behoeft een --
dergelijk besluit steeds de goedkeuring van de raad van com-
missarissen. -----
- De vennootschap legt binnen acht dagen, nadat het besluit is
genomen, een volledige tekst neer ten kantore van het -----
handelsregister. -----

Artikel 6. 1. Verrijping 1 er de vennootschap van niet-volgestorte aandelen in haar kapitaal is nietig. -----

2. De vennootschap kan krachtens een besluit van de directie, mits met machtiging van de algemene vergadering van aandeelhouders en met inachtneming van de wettelijke bepalingen, --volgestorte eigen aandelen onder bezwarende titel verkrijgen, indien: -----

a. het eigen vermogen, vermindert met de verkrijgingsprijs, niet kleiner is dan het gestorte en gevraagde deel van het kapitaal, vermeerderd met de reserves, die krachtens de wet moeten worden aangehouden; -----

b. het nominale bedrag van de aandelen in haar kapitaal die de vennootschap verkrijgt, houdt, of ----- die worden gehouden door een dochtermaatschappij, niet --meer belooft dan een/tiende van het geplaatste kapitaal.

Voormelde machtiging zal voor ten hoogste achttien maanden --gelden en de algemene vergadering van aandeelhouders dient --daarbij te bepalen hoeveel aandelen worden verkregen, hoe zij worden verkregen en tussen welke grenzen de prijs moet liggen.

3. De vennootschap kan geen stemrecht uitoefenen op aandelen in haar eigen kapitaal. Aandelen, waarop geen stemrecht kan worden uitgeoefend, tellen niet mee bij de berekening van --enig quorum dan wel van een meerderheid een bepaald gedeelte van het kapitaal vertegenwoordigend. -----

4. Op eigen aandelen in het bezit van de vennootschap wordt geen winst ten behoeve van de vennootschap uitgekeerd. -----

Artikel 7. 1. De aandelen luiden op naam; aandeelhouders --worden niet uitgegeven. -----

2. De directie houdt een register waarin de namen en adressen van alle houders van aandelen zijn opgenomen, met vermelding van het op ieder aandeel gestorte bedrag. -----

3. Op verzoek van een aandeelhouder verstrekt de directie --hem een uittreksel uit het register, voorzover het zijn aandelen betreft. -----

4. Bij niet-volstorting van aandelen dient in het register --te worden aangetekend elk verleend ontslag van aansprakelijkheid en in geval van levering van niet-volgestorte aandelen de dag der levering. De gegevens van het register --betreft niet-volgestorte aandelen zijn ter inzage van een --ieder; Afschrift of uittreksel van deze gegevens wordt ten --hoogste tegen kostprijs verstrekt. -----

5. Het register wordt door de directie ten kantore van de --
vennootschap ter inzage van aandeelhouders neergelegd. Iedere
aantekening in gemeld register wordt getekend door een ----
directeur. -----

6. Indien een aandeel tot een onverdeeldeid behoort kunnen
de rechthebbenden zich slechts tegenover de vennootschap ---
doen vertegenwoordigen door één hunner of een derde als ----
zodanig aan te wijzen. -----

7. Alle oproepingen en kennisgevingen vanwege de vennoot- --
schap aan aandeelhouders zullen rechtsgeldig kunnen geschie-
den aan het laatstelijk in het register vermelde adres der -
aandeelhouders. -----

8. Het bepaalde in artikel 85 Boek 2 van het Burgerlijk Wet-
boek is voorts van toepassing. -----

----- ZAKELIJKE RECHTEN OP AANDELEN -----

Artikel 8. 1. Vestiging van pandrecht op aandelen is niet --
toegestaan. -----

2. Het vestigen van vruchtgebruik op aandelen is toegestaan.
Het stemrecht op aandelen, waarop een vruchtgebruik is ge- -
vestigd, wordt steeds uitgeoefend door de aandeelhouder. ---

3. Het is de vennootschap niet toegestaan haar medewerking -
te verlenen aan de uitgifte van certificaten van haar aan- -
delen. -----

----- LEVERING EN TOEBEDELING VAN AANDELEN -----

Artikel 9. 1. Voor de levering van aandelen is vereist een -
akte van levering en betekening van die akte aan de vennoot-
schap of schriftelijke erkenning der levering door de ven- -
nootschap op grond van overlegging aan de vennootschap van -
die akte. Indien het betreft niet-volgestorte aandelen, kan
de erkenning slechts geschieden wanneer er een akte van ----
levering is met een vaste dagtekening. Overigens is het be-
paalde in artikel 86 Boek 2 van het Burgerlijk Wetboek van -
toepassing. -----

2. Het bij dit artikel bepaalde vindt overeenkomstige toe- -
passing op de toebedeling van aandelen bij scheiding van ---
enige gemeenschap. -----

----- OVERDRACHT EN OVERGANG VAN AANDELEN -----

Artikel 10. 1. Onverminderd het bepaalde bij het laatste lid
van dit artikel is overdracht van aandelen door een aandeel-
houder slechts mogelijk indien de aandelen tevoren ter over-

name zijn aangeboden aan de andere aandeelhouders. De aanbieding dient te geschieden bij aangetekende brief gericht aan de directie. De directie geeft van dit aanbod binnen veertien dagen kennis aan de andere aandeelhouders, die recht van voorkeur hebben naar rato van ieders aandelenbezit.

2. De vennootschap kan slechts op het in lid 1 bedoelde aanbod reflecteren, indien zij houdster is van aandelen in haar eigen kapitaal en indien de aanbieder bij zijn aanbod heeft verklaard daarmede in te stemmen. Aan de vennootschap worden slechts aandelen toegewezen voorzover de overige aandeelhouders daarop niet hebben gereflecteerd.

3. Binnen twee maanden na ontvangst van de in lid 1 genoemde brief deelt de directie de aanbieder schriftelijk mede of en zo ja aan wie hij de betrokken aandelen kan overdragen. Indien één der partijen dit wenst, zal de prijs worden vastgesteld door een onafhankelijke deskundige, aan te wijzen door de Kantonrechter waaronder de vennootschap statutair ressorteert.

De aanbieder blijft bevoegd zijn aanbod in te trekken, mits dit geschiedt binnen één maand nadat hem bekend is aan welke gegadigden hij al de aandelen, waarop het aanbod betrekking heeft, kan verkopen en tegen welke prijs.

4. Een aanbiedingsplicht rust op een aandeelhouder:

- a. die krachtens overgang - anders dan door overdracht - is geworden van één of meer aandelen, tenzij de overgang plaatsvindt met inachtneming van het in het laatste lid van dit artikel gestelde;
- b. die in staat van faillissement is verklaard.

Onder de onder a bedoelde overgang wordt niet begrepen de verkrijging van aandelen als gevolg van fusie zoals bedoeld in artikel 309 van Boek 2 van het Burgerlijk Wetboek.

De aanbieding dient te geschieden onderscheidenlijk binnen twee maanden na de overgang, dan wel binnen één maand na de betrokken rechterlijke uitspraak.

De in dit lid bedoelde aanbieder heeft niet het recht, als vermeld in de laatste zin van het voorgaande lid, om van de overdracht af te zien of om zijn aanbod in te trekken.

5. Indien vaststaat dat niet al de aandelen, waarop het aanbod betrekking heeft, tegen contante betaling worden gekocht, dan:

a. is de aanbieder, bedoeld in de leden 1 en 3, gedurende --
een periode van drie maanden na die vaststelling van de
aanboden aandelen of een door hem te bepalen gedeelte --
daarvan over te dragen; -----

b. zijn de personen, bedoeld in lid 4, gerechtigd de aange-
boden aandelen te behouden. -----

6. Indien de aanbieder of de nodige medewerking voor de ---
levering van een aandeel, voor zoveel verplicht volgens het
hiervoor bepaalde, binnen de gestelde termijn uitblijft, is
de vennootschap in dezen vertegenwoordigd door de directie -
onherroepelijk gemachtigd tot aanbieder en, indien alle ---
aanboden aandelen worden overgenomen, tot levering, waar-
bij de vennootschap zorgdraagt dat bij de levering de te be-
talen vergoeding ter beschikking komt van de rechthebbende(n). -----

7. Een aandeelhouder, bedoeld in lid 4 sub b van dit -----
artikel, kan zijn aandeelhoudersrechten niet uitoefenen, zo-
lang hij in gebreke is te voldoen aan zijn verplichting tot
aanbieder. -----

8. De kosten van de benoeming der in lid 3, tweede zin, van
dit artikel bedoelde deskundige en zijn honorarium komen ten
laste van de vennootschap. Trekt de aanbieder zijn aanbod in,
dan komen die kosten voor de helft ten laste van de aan- ---
bieder en voor de wederhelft ten laste van de vennootschap.

9. De leden 1 tot en met 8 van dit artikel vinden geen toe-
passing indien alle mede-aandeelhouders van een aanbieder --
schriftelijk te kennen geven hetzij tegen bedoelde vervreem- --
ding geen bezwaar te hebben, mits deze overdracht plaats- --
vindt binnen drie maanden na datum der bedoelde kennisgeving,
hetzij op de verplichte aanbieder geen prijs te stellen. --

BESTUUR

Artikel 11. 1. De vennootschap wordt bestuurd door een direc-
tie, bestaande uit één of meer directeuren onder toezicht --
van een raad van commissarissen, bestaande uit tenminste drie
leden. -----

2. De algemene vergadering van aandeelhouders bepaalt het --
aantal leden der directie. Voorts bepaalt zij het aantal ---
commissarissen, echter met inachtneming van het bepaalde in

lid 1 van dit artikel en lid 2 van artikel 13. -----

3. De leden der directie worden door de algemene vergadering van aandeelhouders benoemd en kunnen door haar te allen tijde worden geschorst of ontslagen. Voorts is ook de raad van commissarissen bevoegd om directeuren te schorsen. -----

4. Indien de algemene vergadering van aandeelhouders of de raad van commissarissen een directeur heeft geschorst, zoodien de algemene vergadering van aandeelhouders een commissaris heeft geschorst, dient de algemene vergadering van aandeelhouders binnen drie maanden na ingang van de schorsing te besluiten hetzij tot ontslag hetzij tot opheffing of verlenging van de schorsing; bij gebreke daarvan vervalt de schorsing. Verlenging van de schorsing kan slechts eenmaal geschieden en ten hoogste voor drie maanden ingaande op de dag, waarop de algemene vergadering van aandeelhouders tot verlenging besluit. -----

Indien de algemene vergadering van aandeelhouders niet binnen de voor de verlenging bepaalde termijn tot ontslag of opheffing der schorsing heeft besloten, vervalt de schorsing. 5. Een geschorste directeur of commissaris wordt in de gelegenheid gesteld zich in de algemene vergadering van aandeelhouders te verantwoorden en zich daarbij door een raadsman te doen bijstaan. -----

Artikel 12. 1. Voor de benoeming van een directeur kan de raad van commissarissen een bindende voordracht opraken. -----

2. De raad van commissarissen zal door de directie worden uitgenodigd op een termijn van zes maanden een dergelijke voordracht te doen. -----

De voordracht zal bevatten de namen van tenminste twee personen voor elke vacature en is bindend, benoudens het bepaalde in artikel 133 Boek I van het Burgerlijk Wetboek. Is binnen vermelde termijn geen bindende voordracht opgesteld, dan is de algemene vergadering van aandeelhouders vrij in haar keuze. -----

Artikel 13. 1. De commissarissen zullen worden benoemd als volgt: -----

a. door de Staat der Nederlanden in deren vertegenwoordiging door de Ministers van Economische Zaken en van Volkswaer- vesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer gezamenlijk één commissaris, indien de algemene vergadering van -----

aandeelhouders het aantal commissarissen heeft vastge- ---
steld op vijf of minder en twee commissarissen, indien het
aantal commissarissen meer dan vijf bedraagt. -----
b. de overige commissarissen worden benoemd door de algemene
vergadering van aandeelhouders met inachtneming van het in
de leden 2 en 3 van dit artikel bepaalde. -----

Een commissaris kan steeds door de instantie, die hem heeft
benoemd, worden geschorst of ontslagen. -----

2. Elke aandeelhouder, niet zijnde de Staat der Nederlanden,
die tenminste één/vijfde gedeelte van het geplaatste kapitaal
bezit, kan voor één enkele commissarisplaats als onder b van
het vorige lid bedoeld een bindende voordracht opmaken. ----

3. Een zodanige aandeelhouder zal door de directie worden --
uitgenodigd op een termijn van zes maanden een dergelijke --
voordracht te doen. Het bepaalde in artikel 12 lid 2 is ----
voorts overeenkomstig van toepassing. -----

Een aandeelhouder, die van zijn recht om een bindende voor-
dracht te doen, gebruik heeft gemaakt, is steeds bevoegd ten
aanzien van de aldus benoemde commissaris een voorstel tot -
ontslag bij de algemene vergadering van aandeelhouders in te
dienen. -----

Artikel 14. De algemene vergadering van aandeelhouders be- --
paalt het salaris, het eventueel tantième, de overige ar- --
beidsvoorwaarden van ieder der directeurs en de beloning --
van de commissarissen. -----

----- VERTEGENWOORDIGING -----

Artikel 15. 1. Iedere directeur vertegenwoordigt de vennoot-
schap in en buiten rechte. -----

2. Indien een directeur een belang heeft strijdig met dat --
der vennootschap, wordt de vennootschap overeenkomstig het -
voorgaande vertegenwoordigd, tenzij het gaat om een overeen-
komst tussen die directeurs in privé en de vennootschap, in
welk geval de vennootschap wordt vertegenwoordigd door een -
door de raad van commissarissen aan te wijzen commissaris, -
tenzij de algemene vergadering van aandeelhouders te dien --
einde een persoon aanwijst. -----

Artikel 16. 1. Bij ontstentenis of belet van één der directeuren zijn de overige directeuren met het gehele bestuur -- belast. -----

2. Bij ontstentenis of belet van alle directeuren wordt de vennootschap bestuurd door de commissaris, indien er slechts één commissaris is en indien er meer commissarissen zijn door de commissaris, die daartoe door hen wordt aangewezen en bij ontstentenis of belet van alle commissarissen door degene, - die daartoe door de algemene vergadering van aandeelhouders is aangewezen. -----

BESLUITVORMING DIRECTIE -----

Artikel 17. 1. De directie besluit bij volstrekte meerderheid van uitgebrachte stemmen. Bij staking van stemming beslist - de raad van commissarissen. -----

2. De directie behoeft de goedkeuring van de raad van commissarissen voor het nemen van besluiten strekkende tot: -----

- a. het verkrijgen, vervreemden en bezwaren, zomede het huren en verhuren van onroerende zaken; -----
- b. het opnemen en verstrekken van leningen en credieten, --- anders dan het disponeren en storten per girorekening of bij de bankiers der vennootschap in rekening-courant; ---
- c. het stellen van borgtochten en garantiën; -----
- d. het aangaan van dadingen en het voeren van rechtsgedingen, zulks met uitzondering van rechtsgedingen tot het innen - van vorderingen en het nemen van conservatoire maat- ---- regelen; -----
- e. het aanstellen van procuratiehouders en het bepalen van de inhoud hunner volmachten; -----
- f. het aanstellen en ontslaan van personeel met een jaar- -- salaris, hetwelk, indien de werknemer geen andere inkomsten zou hebben, tot heffing van inkomstenbelasting aanleiding zou geven, alsmede het brengen van wijziging in - het salaris van zodanig personeel; -----
- g. het verlenen van pensioenrechten en/of het brengen van -- wijziging in bestaande pensioenrechten; -----
- h. het doen van investeringen en aanschaffingen ten behoeve van de vennootschap, waarvan het geldelijk belang een --- door de raad van commissarissen nader vast te stellen --- bedrag te boven gaat; -----

1. in het algemeen het aangaan van overeenkomsten en het ---
verrichten van andere handelingen voor de vennootschap, -
waarvan het geldelijk belang een door de raad van commissarissen nader vast te stellen bedrag te boven gaat; ----
 - j. het oprichten en overnemen van, het deelnemen in en het -
aanvaarden van het bestuur over andere ondernemingen; ---
 - k. het aanvragen of opzeggen van de erkenning als ophaal- --
dienst in de zin van de Kernenergiewet; -----
 - l. het vaststellen van de algemene voorwaarden van de over-
eenkomsten met de toeleveranciers van radioactief afval,
waarin onder meer is begrepen de regeling omtrent het ---
tarief en opslag daarop; -----
 - m. het vaststellen van de door de vennootschap te gebruiken
verwerkingsmethode van radioactief afval; -----
 - n. het vaststellen van de door de vennootschap te gebruiken
verwijderingsmethode van radioactief afval; -----
 - o. het ontplooiën van research-activiteiten op het gebied --
van de vennootschap. -----
 3. De raad van commissarissen is voorts bevoegd die besluiten
van de directie aan zijn goedkeuring te onderwerpen, welke -
door hem in zijn daartoe betreffend besluit duidelijk zijn -
omschreven en aan de directie zijn meegedeeld. -----
- RAAD VAN COMMISSARISSSEN -----
- Artikel 18. 1. De raad van commissarissen oefent het toezicht
op de directie uit en heeft mede tot taak het toezicht op de
algemene gang van zaken in de vennootschap en de met haar --
verbonden onderneming; hij brengt adviezen uit aan de -----
directie en aan de algemene vergadering van aandeelhouders.
2. Commissarissen hebben toegang tot alle bij de vennoot- --
schap in gebruik zijnde lokaliteiten, hebben recht van in- -
zage van boeken en correspondentie en zijn bevoegd om de kas
op te nemen. De directie verschaft aan de raad van commis- -
sarissen tijdig de voor de uitoefening van diens taak nodige
gegevens. -----
3. De raad van commissarissen kiest uit zijn midden een voor-
zitter. -----
4. De raad van commissarissen kan rechtsgeldige besluiten --
nemen met volstrekte meerderheid der uitgebrachte stemmen, -
met dien verstande, dat de volgende besluiten steeds met ---
instemming van alle commissarissen moeten worden genomen: --

- a. besluiten, welke betrekking hebben op het in artikel 17, lid 2, sub 1 tot en met 4 bepaalde; -----
- b. een goedkeuringsbesluit als bedoeld in artikel 11 van de wet, zover het betreft besluiten tot wijziging der statuten of ontbinding der vennootschap; -----
- c. het besluit als bedoeld in artikel 15; -----
5. Het bepaalde in artikel 11 is op de besluiten van de raad van commissarissen van overeenkomstige toepassing. -----
- Artikel 19. 1. Een commissaris wordt benoemd voor een termijn van maximaal vier jaren. De aftredende commissaris is niet stonds herbenoembaar, echter met inachtneming van het bepaalde in het volgende lid. De raad van commissarissen zal een rooster van aftreden opstellen. -----
2. Indien een commissaris defungeert, die is benoemd op grond van het in artikel 13 lid 2 bepaalde, zal de directie de aandeelhouder, die voor de betreffende commissaris een zitting voordracht heeft opge maakt, uitnodigen opnieuw een zodanige voordracht te doen. -----
- ALGEMENE VERGADERING VAN AANDEELHOUDERS -----
- Artikel 20. 1. Jaarlijks wordt tenminste één algemene vergadering van aandeelhouders gehouden, uiterlijk binnen zes maanden na afloop van het boekjaar. -----
2. De algemene vergaderingen van aandeelhouders kunnen gehouden worden te 's-Gravenhage of te Amsterdam. -----
3. De oproeping tot een algemene vergadering van aandeelhouders geschiedt niet later dan op de vijftiende dag vóór die der vergadering. Deze oproeping geschiedt door de directie of de raad van commissarissen door middel van oproepingsbrieven, gericht aan de adressen der aandeelhouders, zoals deze zijn vermeld in het in artikel 7 vermelde register. -----
- De oproepingsbrieven vermelden naast plaats en tijdstip van de vergadering de te behandelen onderwerpen dan wel de bedoeling dat de aandeelhouders er ten kantore van de vennootschap kennis van kunnen nemen. -----
4. Een of meer aandeelhouders, gezamenlijk tenminste tien procent van het geplaatste kapitaal vertegenwoordigend, kunnen aan de directie schriftelijk en onder handtekening opgave van de te behandelen onderwerpen het verzoek richten tot een algemene vergadering van aandeelhouders bijeen te roepen. -----
- Indien de directie in gebreke blijft aan dit verzoek binnen veertien dagen nadat het verzoek is gedaan, te voldoen, zijn bedoelde aandeelhouders gerechtigd zelf een algemene verga-

- a. besluiten, welke betrekking hebben op het in artikel 15, lid 2, sub j tot en met n bepaalde; -----
- b. een goedkeuringsbesluit als bedoeld in artikel 22 voorzover het betreft besluiten tot wijziging der statuten en ontbinding der vennootschap; -----
- c. het besluit als bedoeld in artikel 25. -----

5. Het bepaalde in artikel 21 is op de besluitvorming door de raad van commissarissen van overeenkomstige toepassing. ----

Artikel 19. 1. Een commissaris wordt benoemd voor een periode van maximaal vier jaren. De aftredende commissaris is terstond herbenoembaar, echter met inachtneming van het bepaalde in het volgende lid. De raad van commissarissen zal een rooster van aftreden opstellen. -----

2. Indien een commissaris defungeert, die is benoemd op grond van het in artikel 13 lid 2 bepaalde, zal de directie de aandeelhouder, die voor de betreffende commissaris een bindende voordracht heeft opgemaakt, uitnodigen opnieuw een zodanige voordracht te doen. -----

----- ALGEMENE VERGADERING VAN AANDEELHOUDERS -----

Artikel 20. 1. Jaarijks wordt tenminste één algemene vergadering van aandeelhouders gehouden, uiterlijk binnen zes maanden na afloop van het boekjaar. -----

2. De algemene vergaderingen van aandeelhouders kunnen gehouden worden te 's-Gravenhage of te Amsterdam. -----

3. De oproeping tot een algemene vergadering van aandeelhouders geschiedt niet later dan op de vijftiende dag vóór die der vergadering. Deze oproeping geschiedt door de directie of de raad van commissarissen door middel van oproepingsbrieven, gericht aan de adressen der aandeelhouders, zoals deze zijn vermeld in het in artikel 7 vermelde register. -----

De oproepingsbrieven vermelden naast plaats en tijdstip van de vergadering de te behandelen onderwerpen dan wel de mededeling dat de aandeelhouders er ten kantore van de vennootschap kennis van kunnen nemen. -----

4. Een of meer aandeelhouders, gezamenlijk tenminste tien procent van het geplaatste kapitaal vertegenwoordigende, kunnen aan de directie schriftelijk en onder nauwkeurige opgave van de te behandelen onderwerpen het verzoek richten een algemene vergadering van aandeelhouders bijeen te roepen. -----

Indien de directie in gebreke blijft aan dit verzoek binnen veertien dagen nadat het verzoek is gedaan, te voldoen, zijn bedoelde aandeelhouders gerechtigd zelf een algemene verga-

dering van aandeelhouders bijeen te roepen. -----

5. In een algemene vergadering van aandeelhouders, bijeengeroepen zonder inachtneming van het in de leden 2 en 3 van -- dit artikel of bij de wet bepaalde, kunnen geen rechtsgeldige besluiten worden genomen, tenzij met algemene stemmen in een vergadering, waarin het gehele geplaatste kapitaal is vertegenwoordigd. -----

6. Een algemene vergadering van aandeelhouders voorziet zelf in haar leiding. De voorzitter wijst een secretaris aan voor het houden van de notulen, welke notulen door hen beiden worden getekend. De notulen worden staande die vergadering of -- in de eerstvolgende vergadering goedgekeurd. -----

7. Elk aandeel geeft recht op één stem. -----

8. In een algemene vergadering van aandeelhouders kunnen --- slechts rechtsgeldige besluiten worden genomen met volstrekte meerderheid der uitgebrachte stemmen in een vergadering, waarin tenminste de helft van het geplaatste kapitaal is --- vertegenwoordigd. -----

9. Is in een vergadering het vereiste aantal aandelen niet - vertegenwoordigd, dan kan een nieuwe algemene vergadering -- bijeengeroepen worden, te houden binnen één maand na de --- voorafgaande, waarin de besluiten, vermeld op de agenda van de vorige vergadering, kunnen worden genomen, ongeacht het - aantal vertegenwoordigde aandelen. -----
Bij de oproeping tot de nieuwe vergadering moet worden vermeld, dat en waarom een besluit kan worden genomen, onafhankelijk van het ter vergadering vertegenwoordigd gedeelte van het kapitaal. -----

Artikel 21. Een schriftelijk, door en met instemming ----- van alle aandeelhouders genomen besluit, staat gelijk met -- een in een algemene vergadering van aandeelhouders genomen - besluit. -----

----- BIJZONDERE BESLUITEN -----

Artikel 22. Onverminderd het bepaalde in artikel 20 leden 8 en 9 kunnen besluiten van de algemene vergadering van aandeelhouders tot wijziging der statuten, tot ontbinding van de vennootschap, tot uitgifte van niet geplaatste aandelen, tot verwreemding en verkrijging van eigen aandelen in herit

van de vennootschap, slechts genomen worden met goedkeuring van de raad van commissarissen. De in de vorige zin bedoelde goedkeuring van de raad van commissarissen vervalt echter, - indien bedoelde besluiten worden genomen door en met instemming van alle aandeelhouders. -----

----- BOEKJAAR EN JAARSTUKKEN -----

Artikel 23. Het boekjaar is gelijk aan het kalenderjaar. ---

Artikel 24. 1. Binnen vijf maanden na afloop van ieder boekjaar wordt door de directie de jaarrekening over het afgelopen boekjaar opgesteld, welke aan de algemene vergadering -- van aandeelhouders ter vaststelling wordt overgelegd. -----
De jaarrekening wordt ondertekend door alle directeuren en - alle commissarissen; ontbreekt de ondertekening van één of - meer hunner, dan wordt daarvan onder opgave van de reden --- melding gemaakt. -----

2. De jaarrekening moet van de dag van oproeping af voor de jaarlijkse algemene vergadering van aandeelhouders tot de -- afloop van die vergadering ten kantore van de vennootschap - voor de aandeelhouders ter inzage liggen, waarvan in de oproeping tot de vergadering melding zal worden gemaakt. -----
Het bepaalde in artikel 102 Boek 2 van het Burgerlijk Wet- - boek is voorts van toepassing. -----

3. De vaststelling zonder voorbehoud dezer stukken door de - algemene vergadering van aandeelhouders strekt tot décharge van de directie en de raad van commissarissen ter zake van - alle handelingen, waarvan uit de vastgestelde stukken blijkt of welker resultaat daarin is vervat, een en ander onverminderd het bepaalde bij de artikelen 138 en 149 Boek 2 van --- het Burgerlijk Wetboek. -----

----- WINST -----

Artikel 25. De winst dient geheel te worden gereserveerd, -- tenzij de raad van commissarissen besluit deze winst geheel of gedeeltelijk ter beschikking van de algemene vergadering van aandeelhouders te stellen. -----

----- LIQUIDATIE -----

Artikel 26. 1. Voorzover de algemene vergadering van aandeelhouders dienaangaande niet anders zal bepalen, geschiedt de liquidatie van de vennootschap door de directie. -----

2. Liquidatie geschiedt overeenkomstig de wettelijke voor-
schriften en overigens met inachtneming van de eventueel ---
door de ontbindingsvergadering vastgestelde richtlijnen. ---

3. Bij het besluit tot ontbinding wordt tevens het salaris -
van de liquidateuren vastgesteld. -----

4. De bepalingen dezer statuten blijven tijdens de vereffe-
ning zoveel mogelijk van kracht. -----

5. Een eventueel liquidatiesaldo zal aan de aandeelhouders -
ten goede komen naar verhouding van hun aandelenbezit. ----

Tenslotte verklaarde de comparant: -----

A. Ten tijde van deze omzetting en statutenwijziging zijn --
zestienduizend tachtig (16.080) aandelen geplaatst, al --
welke aandelen voor tenminste vijftientwintig (25) procent
zullen worden volgestort. -----

B. De bescheiden als bedoeld in artikel 72 Boek 2 van het --
Burgerlijk Wetboek zullen aan deze akte worden gehecht. -

Verleden te 's-Gravenhage op de datum aan het hoofd van deze
minutakte gemeld. -----

Na zakelijke opgave van de inhoud van deze akte aan de compa-
rant, mij notaris bekend, heeft deze verklaard van de in- --
houd hiervan te hebben kennis genomen en op volledige voor-
lezing geen prijs te stellen. -----

Onmiddellijk na beperkte voorlezing is deze akte door de ---
comparant en mij, notaris, getekend.

Aandeelhoudersovereenkomst inzake COVRA

AANDEELHOUDERSOVEREENKOMST INZAKE COVRA

1. De Staat der Nederlanden, ten deze vertegenwoordigd door de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,
2. De Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN),
de N.V. Provinciale Zeeuwse Energie Maatschappij (PZEM)
en
de N.V. Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland (GKN),

en
3. De Besloten Vennootschap Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA), gevestigd te 's-Gravenhage

verklaren te hebben overwogen als volgt:

De oprichting op 17 december 1982 van de Besloten Vennootschap Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA) komt tegemoet aan de algemeen bestaande opvatting, dat de zorg (daaronder begrepen het inzamelen, bewerken, verwerken, verwijdering en opbergen) voor alle aangeboden radioactief afval direct of indirect afkomstig van houders van een vergunning krachtens de Kernenergiewet en daarvoor mede in aanmerking komende, al dan niet ioniserende stralen uitzendende stoffen en voorwerpen, in handen dient te worden gebracht van een centrale gespecialiseerde instelling.

De ondertekenende producenten hebben zich tot deelname in COVRA bereid verklaard mits uitdrukking zou worden gegeven aan:

- de verantwoordelijkheid van COVRA voor al het radioactief afval (inclusief het zogenaamde kernsplijtingsafval);
- de verantwoordelijkheid van COVRA voor zowel een kostendekkende exploitatie als voor fondsvorming ten behoeve van de verwijdering en de opberging van radioactief afval;
- de uitsluiting van vorderingen op grond van nacalculaties voor eenmaal aan COVRA overgedragen radioactief afval en van de mogelijkheid tot terugzending van zodanig overgedragen afval door COVRA.

Op grond van bovenstaande verklaren partijen te zijn overeengekomen als volgt:

Artikel 1

Het maatschappelijk kapitaal van COVRA zal veertig miljoen gulden (fl. 40.000.000,-) bedragen, waarvan bij de aanvang acnt miljoen gulden (fl. 8.000.000,-) zal worden geplaatst.

In het bij de aanvang geplaatste kapitaal zullen partijen voor de volgende percentages deelnemen:

- de Staat voor 10%
- GKN voor 30%
- PZEM voor 30%
- ECN voor 30%

Partijen laten de mogelijkheid open om door latere uitgifte van aandelen wijziging te brengen in deze verhouding. Op de door ieder der partijen te nemen aandelen zal bij aanvang 25% worden gestort.

Artikel 2

De statuten van COVRA zullen met name op de volgende punten worden gewijzigd:

- A. De Besloten Vennootschap wordt omgezet in een Naamloze Vennootschap met vergroting kapitaal en wijziging coupures.
- B. De doelomschrijving wordt gewijzigd in die zin dat daaruit komt te blijken dat COVRA tot doel heeft te voorzien in de zorg voor "alle aangeboden radioactief afval, direct of indirect afkomstig van houders van een vergunning krachtens de Kernenergiewet". Hierdoor wordt met name de opslag van buitenlands afval uitgesloten en kan artikel 15, tweede lid, sub m, komen te vervallen.
- C. Onder de werkzaamheden van de vennootschap wordt naast de verantwoordelijkheid voor de tijdelijke opslag uitdrukkelijk genoemd: "het verwerven, stichten en in beheer nemen en houden van een definitieve bergplaats voor radioactief afval en/of het op andere wijze zorgdragen voor een definitieve bestemming of verwijdering van het onder haar beheer vallende radioactief afval".
- D. Beperking van zittingsperiode commissarissen tot 4 jaar met recht op herbenoeming.
- E. Elke houder van tenminste 20% van het geplaatste kapitaal heeft het recht een bindende voordracht te doen voor de benoeming van 1 commissaris; de Staat benoemt tenminste 1 commissaris en ten hoogste 1/3 van het aantal commissarissen.
- F. Unanimiteitsregel besluitvorming commissarissen is vereist voor:
 - 1. het oprichten en overnemen van, het deelnemen in en het aanvaarden van het bestuur over andere ondernemingen;
 - 2. het aanvragen of opzeggen van de erkenning als ophaaldienst in de zin van de Kernenergiewet;
 - 3. het vaststellen van de algemene voorwaarden voor de overeenkomsten met de toeleveranciers van radioactief afval;
 - 4. het vaststellen van de door de vennootschap te gebruiken verweringsmethode van radioactief afval;
 - 5. het vaststellen van de door de vennootschap te gebruiken verwijderingsmethode van radioactief afval.

Fundamentele wijzigingen in het onder 3, 4 en 5 genoemde vorderen een nieuwe vaststelling door de commissarissen.

G. In artikel 2, tweede lid wordt de zinsnede "uitgaand van het beleid van de rijksoverheid" gewijzigd in "binnen de grenzen van het beleid van de rijksoverheid ter zake van radioactief afval".

Artikel 3

COVRA zal, op grond van een verantwoorde wijze van kostencalculatie, streven naar een tenminste kostendekkende exploitatie; hierboven zal in de prijsstelling een opslag zijn begrepen die het mogelijk moet maken om op normale wijze de investeringen die nodig zijn na de huidige, tijdelijke opslag, te kunnen financieren.

Daarnaast zullen tijdig aparte voorzieningen en reserves gevormd moeten worden voor dekking van de voorzienbare kosten, waaronder begrepen een nader te definiëren percentage voor onvoorziene kosten, die voort zullen vloeien uit het na te streven afvalverwijderingsbeleid.

De voorzieningen en reserves ten behoeve van het KSA zullen worden geregeld door COVRA samen met de toeleveranciers van dit afval en zullen niet mogen drukken op de tarieven voor laag- en middelactief afval.

Artikel 4

COVRA zal in de tot stand te brengen overeenkomsten voor de overdracht van afval de volgende verplichtingen op zich nemen:

- A. Het aanvaarden voor eigen rekening en risico van alle haar aangeboden radioactief afval, mits zulks geschiedt in een daartoe geëigende vorm en op een daartoe geëigende wijze, teneinde dit afval te verwerken, op te slaan en te verwijderen.
- B. Uitsluiting van de mogelijkheid tot teruglevering van eenmaal geaccepteerd afval.
- C. Uitsluiting van de mogelijkheid op grond van nacalculatie te komen tot verhoging van prijzen van reeds overgedragen afval, onverminderd het recht om een zodanige nacalculatie tot uitdrukking te brengen in de prijzen voor het later over te dragen afval.

Artikel 5

De producenten verplichten zich om blijvend te streven naar een beperking van de afvalstroom.

Artikel 6

Indien COVRA ophoudt te functioneren is de Staat bereid het beheer op zich te nemen van het tot dat moment aan COVRA overgedragen radioactief afval en zal teruglevering van het afval aan de oorspronkelijke producenten niet plaats vinden.

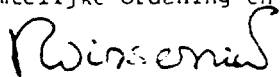
In dat geval verplichten partijen zich eraan mee te werken dat de ten behoeve van dit afval door COVRA gevormde reserves en voorzieningen worden overgedragen aan de Staat.

Mochten deze reserves en voorzieningen alsdan ontoereikend zijn, dan treden de deelnemers in COVRA in overleg teneinde te komen tot een voorziening voor het beheer van het op dat moment aan COVRA overgedragen afval; zulks door middel van een redelijke verdeling van de kosten, bij welke verdeling zowel de hiervoor bedoelde partijen als de niet in COVRA deelnemende afvalproducenten zullen worden betrokken. Een en ander zal tevens geschieden met inachtneming van de uitgangspunten van de onderhavige overeenkomst en de omstandigheden die tot het niet meer functioneren van COVRA en het ontoereikend zijn van haar vermogen, aanleiding hebben gegeven.

Artikel 7

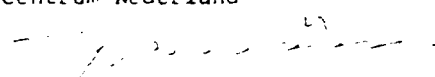
Partijen verplichten zich slechts mede te werken aan de toelating van nieuwe aandeelhouders in COVRA, wanneer deze tevens toetreden tot deze overeenkomst.

De Minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer,



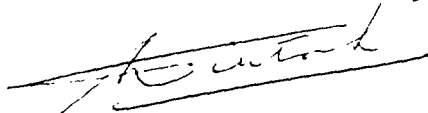
's-Gravenhage, 30 september 1985.

De Stichting Energieonderzoek
Centrum Nederland



's-Gravenhage, 19 september 1985

De Naamloze Vennootschap
Provinciale Zeeuwse Energie Maatschappij,



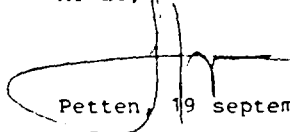
Middelburg, 19 september 1985.

De Naamloze Vennootschap
Gemeenschappelijke Kernenergie-
centrale Nederland,



Arnhem, 19 september 1985.

De Besloten Vennootschap
Centrale Organisatie voor Radioactief
Afval,



Petten, 19 september 1985.

Hoeveelheden radioactief afval die dienen te worden verwerkt en opgeslagen

1. Bedrijfsafval
2. Bestraalde splijtstofelementen
3. Opwerkingsafval
4. Ontmantelingsafval
5. Opslaghoeveelheden
6. Referenties

1. Bedrijfsafval

Onder het laag- en middelradioactieve bedrijfsafval afkomstig van industrie, ziekenhuizen en onderzoeksinstellingen vallen de niet meer te gebruiken radioactieve stoffen, radioactief besmette voorwerpen, alsmede stoffen en voorwerpen, die mogelijk met radioactieve stoffen in aanraking zijn geweest.

Dit bedrijfsafval is zeer gevarieerd in samenstelling en bestaat o.a. uit werkkleding, handschoenen, poetsdoeken, laboratorium glaswerk, plastic folie, metalen delen, vloeistoffen en kadavers (ref. 1).

Tot het bedrijfsafval behoren ook bestralingsbronnen van werkzaamheden in de gezondheidszorg en de industrie voor zover deze niet naar de fabrikant worden teruggezonden (ca. $1 \text{ m}^3/\text{jaar}$). Deze categorie wordt tot het hoogradioactieve afval gerekend.

Het bedrijfsafval van kerncentrales bestaat o.a. uit bedrijfskleding, besmette componenten, constructiematerialen en residuen uit waterreinigingssystemen, zoals filterhulpmiddelen, indamperconcentraten en ionenwisselaarharsen (vast slib van kerncentrales). Deze laatste afvalstroom wordt in de kerncentrales verwerkt en wordt verpakt in 200 liter vaten of in B-containers aangeboden (ref. 1).

In tabel 1 is een overzicht gegeven van de belangrijkste radionucliden in het bedrijfsafval van ziekenhuizen, kerncentrales, onderzoeksinstellingen en de industrie (ref. 2).

De tabellen 2 en 3 geven een overzicht van de radioactiviteit in het bedrijfsafval, zoals in de laatste jaren is aangeboden.

In tabel 4 is het aanbod van laag- en middelradioactief bedrijfsafval uitgesplitst naar het type afval.

Daarnaast is aangegeven welke hoeveelheden afval na verwerking en verpakking dienen te worden opgeslagen.

Radionucliden	Wijze van verval	Halverings-tijd t 1/2	Afkomstig van		
			Ziekenhuizen	Kern-centrales	Onderzoek-instellingen en industrie
Thallium-201	EC ^{b)} , gamma	3 d	x		
Jodium-131	beta, gamma	8 d	x		
Fosfor-32	beta	14 d			x
Chroom-51	EC, gamma	28 d	x	x	x
Niobium-95	beta, gamma	35 d		x	
IJzer-59	beta, gamma	45 d			x
Antimoon-124	EC, gamma	60 d		x	
Sodium-125	EC, gamma	60 d	x	x	
Cobalt-58	EC, beta, gamma	71 d		x	x
Iridium-192	EC, beta, gamma	74 d	x ^{c)}		
Zwavel-35	beta	87 d			x
Tin-113	EC, gamma	115 d	x		x
Zink-65	EC, gamma	244 d	x		x
Cobalt-57	EC, gamma	270 d	x	x	x
Cerium-144	beta, gamma	290 d		x	x
Mangaan-54	EC, gamma	312 d		x	x
Cesium-134	beta, gamma	2.1 j		x	
Promethium-147	beta	2.6 j			x
Cobalt-60	beta, gamma	5.3 j	x ^{c)}	x	x
Krypton-85	beta	10.7 j			x
Waterstof-3	beta	12.3 j	x		x
Curium-244	alfa, gamma	18.1 j			x
Strontium-90	beta	28.5 j			x
Cesium-137	beta, gamma	29.9 j	x ^{c)}	x	x
Nikkel-63	beta	92 j			x
Americium-241	alfa, gamma	433 j			x
Radium-226	alfa, gamma	1620 j	x ^{c)}		x
Koolstof-14	beta	5730 j	x		x
Plutonium-239	alfa, gamma	2.4 10 ⁴ j			x
Technetium-99 a)	beta, gamma	2.1 10 ⁵ j	x		
Uranium-238	alfa, gamma	4.5 10 ⁹ j			x

a) uit het verval van Mo-99 (3 d)

b) EC = Electron Capture (elektron-vangst)

c) uitsluitend als ingekapselde bronnen

Tabel 1 Overzicht van de belangrijkste radionucliden per type instelling

Jaar	Radium	Alfa stralers	Beta/gamma stralers	Tritium en beta/gamma stralers
			T1/2 > 0,5 jaar	T1/2 < 0,5 jaar
1980	$9,3 \cdot 10^{-3}$	$9,3 \cdot 10^{-3}$	16,1	3,8
1981	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	63,8	4,6
1982	$4,6 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-2}$	37,6	17,7
1983	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$7,6 \cdot 10^{-2}$	1,3	10,5
1984	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-1}$	8,9	3,0

1) Exclusief radioactiviteit in kadavers ($1,2 \cdot 10^{-2}$ TBq/j) en organische vloeistoffen ($2,0 \cdot 10^{-1}$ TBq/j) welke hoofdzakelijk koolstof-14 en tritium bevatten.

Tabel 2 Overzicht van de radioactiviteit in het bedrijfsafval afkomstig van onderzoekinstellingen, ziekenhuizen, industrie en kerncentrales¹⁾ (in TBq/j = 10^{12} Bq/j); (ref. 3).

	Vaten	Containers
Radium-226	$4,6 \cdot 10^{-2}$	-
Alfa stralers		
. plutonium-239	$6,7 \cdot 10^{-2}$	-
. americium-241	$1,1 \cdot 10^{-2}$	-
. overige	$2,2 \cdot 10^{-3}$ a)	-
Beta/gamma stralers		
Tl/2 > 0,5 jaar		
. cobalt-60	$7,8 \cdot 10^{-1}$	31,1 b)
. cesium-137	$5,6 \cdot 10^{-1}$	$9,6 \cdot 10^{-1}$
. mangaan-54	-	$9,3 \cdot 10^{-1}$
. koolstof-14	$2,6 \cdot 10^{-1}$	-
. promethium-147	2,2	-
. overige	$4,1 \cdot 10^{-1}$	$4,1 \cdot 10^{-1}$
Beta/gamma stralers		
Tl/2 < 0,5 jaar		
. cobalt-58	-	$3,9 \cdot 10^{-1}$
. chroom-51	-	$6,3 \cdot 10^{-2}$
. antimoon-124	-	$1,4 \cdot 10^{-1}$
. iridium-192	1,2	-
. molybdeen-99	$3,0 \cdot 10^{-1}$ a)	-
. jodium-131	$3,3 \cdot 10^{-1}$	-
. thalium-201	$2,6 \cdot 10^{-1}$	-
. overige	$5,6 \cdot 10^{-1}$	$7,4 \cdot 10^{-3}$
Tritium	14,4	-

a) ingekapselde bronnen

b) voor ca. 70% in geactiveerde staalcomponenten

Tabel 3 Overzicht van de belangrijkste radionucliden in vaten (200 en 600 liter) en B-containers (1000 liter) in het jaar 1982 (in TBq = 10^{12} Bq); (ref. 3).

Typen afval	Aangeboden Volume (m ³ /j)		Op te slaan 1)	
	S1	S2	S1	S2
<u>Vast</u>				
Kortlevend	90	90	90	90
Cellulose producten				
Katoenen producten	385	585	210	270
Kunststoffen incl. secundair afval andere stromen				
Actieve kool	5	11	2	5
Alfa-houdend	80	80	35	35
Onbrandbaar/persbaar	10	20	5	10
Onbrandbaar/onpersbaar	5	10	10	20
Kadavers	5	5	< 1	< 1
Organische vloeistoffen	25	25	< 1	< 1
Anorganische vloeistoffen	80	80	20	20
Vast slib enz. kerncentrales voorgenomen activiteit (verpakt in B-containers)	450	1100	450	1100
uitvoeringsalternatief B 2) (verpakt in 200-l vaten en B-containers)	180	530	180	530
uitvoeringsalternatief C (verpakt in B-containers)	450	1100	450	1100

1) na verwerking volgens de voorgenomen methoden

2) in uitvoeringsalternatief B is uitgegaan van een groter aantal 200 liter vaten ten opzichte van het aantal B-containers (1000-1)

Tabel 4 Aanbod en opgeslagen hoeveelheden laag- en middelradioactief bedrijfsafval per jaar

2. Bestraalde splijtstofelementen

Bestraalde splijtstofelementen bestaan uit een aantal splijtstofstaven, waarin zich de afgewerkte splijtstof uranium (de 'brandstof' van een kerncentrale) en de splijttingsproducten bevinden.

In de natuur komt het splijtbaar isotoop uranium-235 voor, dat voor 0,72 gew. % in natuurlijk uranium (voornamelijk uranium-238) aanwezig is. Dit uranium isotoop wordt in lichtwater kernreactoren gebruikt als splijtstof in de vorm van uraniumdioxide (UO_2), dat licht verrijkt is tot een gewichtspercentage van 2 a 3% U-235.

Uit het poedervormige uraniumoxyde worden splijtstoftabletten vervaardigd met een diameter van 8 tot 12 mm en een hoogte van 10 mm. Na het persen worden de tabletten gesinterd en vervolgens op maat geslepen. De tabletten worden in naadloze pijpen (de splijtstofstaven) van een zirconiumlegering (zircaloy) gebracht en de overgebleven vrije ruimten worden opgevuld met een inert gas (helium). Voordat de splijtstofstaaf met een eindplug wordt afgesloten, wordt boven de splijtstoftabletten een veer aangebracht, die de kolom splijtstof-tabletten aandrukt. Enige kenmerkende gegevens van diverse typen splijtstofelementen zijn opgenomen in tabel 5.

	Kerncentrale		
	Dodewaard BWR 60 MWe	Borssele PWR 450 MWe	PWR 1000 MWe
Aantal elementen in de reactorkern	164	121	180
Lengte splijtstofelement (m)	2,31	3,31	3,85
Aantal splijtstofstaven per element	36	205	205
Kg uranium/element	61	318	403
Splijtstofstaaf materiaal	Zirc. 2	Zirc. 4	Zirc. 4
Aantal elementen aangeboden voor opslag (ref. 4)	1087	1049	1920
Totale hoeveelheid uranium (ton)	66	334	774

Tabel 5 Gegevens splijtstofelementen

Er is een aantal kenmerkende verschillen tussen de elementen van een kokendwaterreactor en de elementen van een drukwaterreactor.

Elementen van kokendwaterreactoren

De elementen voor de kokendwaterreactor (Boiling Water Reactor, BWR) bestaan, afhankelijk van het ontwerp, uit vierkante bundels met 6×6 tot 8×8 splijtstofstaven (zie fig. 1). Als constructiemateriaal wordt Zircaloy gebruikt. De regelstaaf voor dit reactortype is geheel gescheiden van de elementen en bestaat uit platen in kruisvorm, die tussen een groep van vier elementen wordt geplaatst. De splijtstofstaven worden onder in een voetstuk en boven in een kopstuk gefixeerd. De lange splijtstofstaven worden in de bundel gefixeerd door een aantal tussenroosters en zijn in de reactorkern omgeven door een zircaloy koker.

In een kokendwaterreactor van 1000 MWe worden ongeveer 700 van deze splijtstofelementen geplaatst, welke tezamen de reactorkern vormen. Ieder jaar wordt $1/3$ tot $1/4$ deel van splijtstofelementen in de reactorkern door nieuwe elementen vervangen.

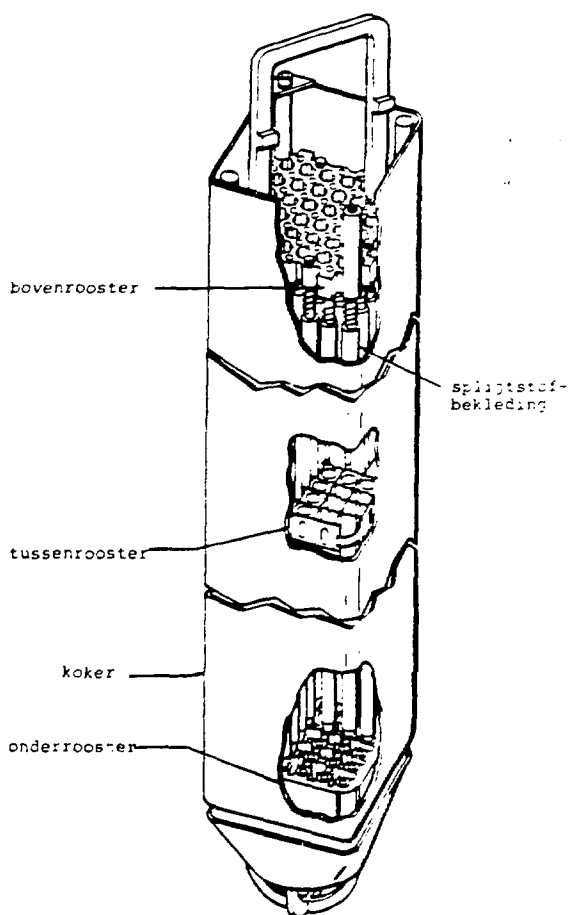
Elementen van drukwaterreactoren

De elementen van een drukwaterreactor (Pressurized Water Reactor, PWR) bevatten, afhankelijk van het ontwerp, 15×15 tot 18×18 staaftposities (zie fig. 2). Een gedeelte van deze staaftposities wordt gebruikt voor de regelstaaf, die bestaat uit een aantal roestvrijstalen staven gevuld met borium carbide, welke aan de bovenzijde in een buisvormig kopstuk zijn bevestigd. Deze staven worden in het element geleid in holle zircaloy buizen op de daarvoor bestemde roosterposities.

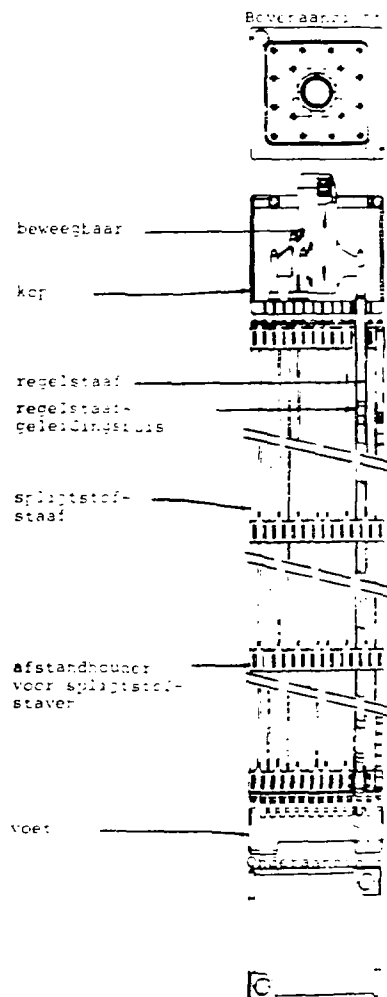
De splijtstofstaven in de overige posities worden in het voetstuk gefixeerd en in het element op hun plaats gehouden door tussenroosters, die aan de bovengenoemde geleidebuizen zijn bevestigd.

Als materiaal door de splijtstofstaven wordt zircaloy 4 gebruikt, terwijl de roosters uit zircaloy of inconel bestaan.

In de kern van een drukwaterreactor van 1000 MWe worden ongeveer 200 elementen geplaatst. Ook hier wordt ieder jaar ongeveer 1/3 tot 1/4 deel van de splijtstofelementen verwisseld voor nieuwe elementen.

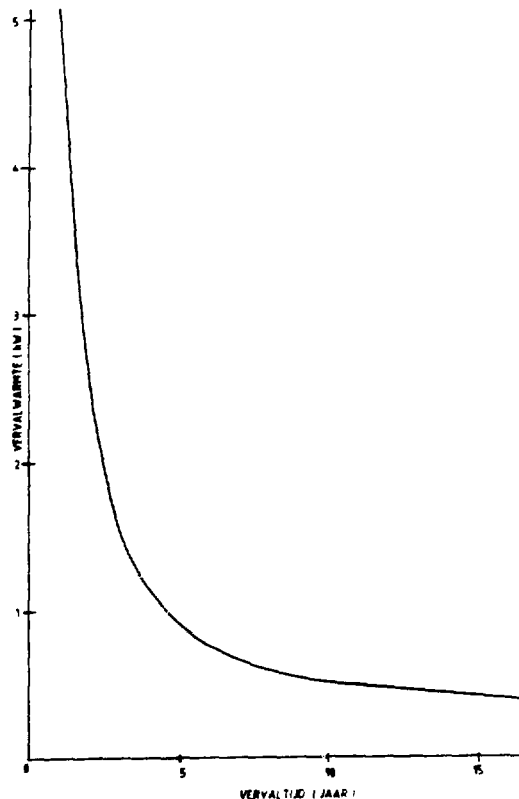


Figuur 1 Een splijtstofelement van een kokendwaterreactor



Figuur 2 Een splijtstofelement van een drukwaterreactor

De bestraalde splijtstofelementen, van zowel een kokendwaterreactor als een drukwaterreactor, worden na het verwisselen naar het splijtstof-opslagbassin in de kerncentrale vervoerd. Dit transport vindt geheel onder water plaats. De gebruikte elementen worden in het opslagbassin voor een bepaalde tijd opgeslagen, waarbij het water zowel dient als koelmiddel, om de vervalwarmte af te voeren, als voor stralingsafscherming. Gedurende deze opslag periode neemt de warmteontwikkeling in de elementen af. Na verloop van tijd kunnen de splijtstofelementen, na onder water in een gietijzeren container verpakt te zijn, worden vervoerd naar de centrale opslagfaciliteit of een opwerkingsfabriek. Na een jaar opslag heeft een bestraald splijtstofelement van een 1000 MWe drukwaterreactor een warmteproductie van ongeveer 5 kW. Na 6 jaar is dit gedaald tot ongeveer 0.8 kW. Het verloop is weergegeven in figuur 3.



Figuur 3 Vervalwarmte splijtstofelement (1000 MWe kerncentrale) als functie van de tijd

Een overzicht van de totale activiteitsinhoud van een splijtstofelement is opgenomen in tabel 6 (ref. 4).

Nucliden	Wijze van verval	Halverings- tijd T _{1/2}		Vervaltijd	
				1 jaar	6 jaar
Constructie- materialen:					
Mangaan-54	EC, gamma	312	d	$6,4 \cdot 10^0$	$1 \cdot 10^{-1}$
IJzer-59	beta, gamma	45	d	$1,1 \cdot 10^2$	-
Cobalt-58	EC, beta, gamma	71	d	$2,0 \cdot 10^0$	-
Cobalt-60	beta, gamma	5,3	j	$6,1 \cdot 10^1$	$3,2 \cdot 10^1$
Nikkel-63	beta	92	j	$6,4 \cdot 10^0$	$6,1 \cdot 10^0$
Splijtings- producten:					
Krypton-85	beta, gamma	10,7	j	$3,6 \cdot 10^2$	$2,6 \cdot 10^2$
Strontium-90	beta	28,5	j	$2,9 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$
Yttrium-90	beta	28,5	j	$2,9 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$
Zirkonium-95	beta, gamma	64	d	$1,4 \cdot 10^3$	-
Niobium-95	beta, gamma	35	d	$3,0 \cdot 10^3$	-
Ruthenium-106	beta	368	d	$1,2 \cdot 10^4$	$3,9 \cdot 10^2$
Rhenium-106	beta, gamma	368	d	$1,2 \cdot 10^4$	$3,9 \cdot 10^2$
Zilver-110	beta, gamma	250	d	$1,8 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^1$
Antimoon-125	beta	2,7	j	$3,3 \cdot 10^2$	$9,2 \cdot 10^1$
Jodium-129	beta, gamma	$1,57 \cdot 10^7$	j	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Cesium-134	beta, gamma	2,1	j	$8,3 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$
Cesium-137	beta, gamma	29,9	j	$4,2 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^3$
Barium-137m		29,9	j	$4,0 \cdot 10^3$	$3,6 \cdot 10^3$
Cerium-144	beta, gamma	290	d	$2,0 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^2$
Praseodymium-144	beta, gamma	290	d	$2,0 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^2$
Promethium-147	beta	2,6	j	$3,1 \cdot 10^3$	$8,1 \cdot 10^2$
Europium-154	beta, gamma	8,8	j	$4,9 \cdot 10^2$	$3,3 \cdot 10^2$
Actiniden, transuranen:					
Plutonium-238	alfa, gamma	88	j	$1,2 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$
Plutonium-239	alfa, gamma	$2,4 \cdot 10^4$	j	$1,2 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^1$
Plutonium-240	alfa, gamma	$6,6 \cdot 10^3$	j	$1,9 \cdot 10^1$	$1,9 \cdot 10^1$
Plutonium-241	beta	14,4	j	$4,1 \cdot 10^3$	$3,2 \cdot 10^3$
Plutonium-242	alfa, gamma	$3,7 \cdot 10^5$	j	$6,4 \cdot 10^{-2}$	$6,4 \cdot 10^{-2}$
Americium-241	alfa, gamma	433	j	$9,4 \cdot 10^0$	$9,3 \cdot 10^0$
Americium-243	alfa, gamma	$7,4 \cdot 10^3$	j	$9,4 \cdot 10^{-1}$	$9,4 \cdot 10^{-1}$
Curium-242	alfa, gamma	163	d	$3,0 \cdot 10^2$	$1,3 \cdot 10^{-1}$
Curium-244	alfa, gamma	18,1	j	$1,4 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^2$
				$1,0 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^4$

Tabel 6 Overzicht radioactiviteit van bestraalde splijtstofelementen in TBq (10^{12} Bq) per ton uranium (ref. 4)

3. Opwerkingsafval

Bestraalde splijtstofelementen kunnen na gebruik en na een koeltijd van enige jaren in een kerncentrale naar een opwerkingsbedrijf worden getransporteerd, waar het nog bruikbare deel van de splijtstof wordt afgescheiden van de gevormde radioactieve afvalproducten.

Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen splijtingsproducten, die ontstaan zijn door het radioactief verval van de bij kernsplijting gevormde atoomkernen, en actiniden, die zijn ontstaan door het invangen van neutronen in uraniumkernen, zonder dat dit tot kernsplijting aanleiding gaf.

KSA

De splijtingsproducten en actiniden worden in de huidige opwerkingsprocessen gebonden (gefixeerd) in een duurzaam matrixmateriaal (b.v. glas) dat ten behoeve van transport en opslag omgeven is door een cilindervormige roestvaststalen container. Dit afvalproduct wordt meestal kernsplijtingsafval (KSA) genoemd en heeft bij aflevering een warmteproductie van circa 2 à 3 kW.

HAVA

Daarnaast komen bij opwerking de door neutronenvangst geactiveerde constructie materialen (hulzen, eindstukken) van de splijtstofelementen vrij.

Deze materialen worden na verkleining door het opwerkingsbedrijf gebonden met beton en verpakt in roestvaststalen containers. Deze containers behoren tot de categorie hoogradioactief vast afval (HAVA) en produceren bij aflevering een warmtehoeveelheid van circa 100 à 200 W.

Het overige afval dat bij de opwerking van deze bestraalde splijtstofelementen ontstaat, bestaat in hoofdzaak uit laag- en middelradioactief afval van het opwerkingsproces (filters, e.d.) dat verpakt is in beton en uit geconcentreerd slib, dat verpakt is in bitumen of in kunststoffen (epoxyhars).

De roestvast stalen containers met verpakt slib behoren tot de categorie hoogradioactief vast afval (HAVA) en hebben een te verwaarlozen warmteproductie.

Voor het opwerkingsafval, moet met de volgende afvalcategorieën rekening gehouden worden:

- o hoogradioactief afval, dat koeling behoeft, bestaande uit
 - kernsplijtingsafval (KSA) gefixeerd in glas en verpakt in roestvast stalen containers van circa 180 liter; 0,75 container/ton uranium en
 - constructiematerialen van splijtstofelementen, gefixeerd in beton en verpakt in roestvast stalen containers van circa 1500 liter; 0,5 container/ton uranium.
- o hoogradioactief afval, dat geen koeling behoeft,
 - vast slib en ionenwisselaarharsen gefixeerd in bitumen of in kunststoffen (epoxyhars) en verpakt in roestvast stalen vaten van circa 220 liter; 2,5 container/ton uranium.
- o laag- en middelradioactief afval
 - bedrijfsafval gefixeerd in beton en verpakt in asbestcement containers van 665 liter (LAVA, 5,2 container/ton uranium), en 1200 liter (MAVA, 1 container/ton uranium).

Een overzicht van de berekende hoeveelheden opwerkingsafval, die opgeslagen dienen te worden in scenario 1 en scenario 2, is opgenomen in tabel 7.

Type afval	Scenario 1		Scenario 2	
	Aantal containers	Aantal m3	Aantal containers	Aantal m3
KSA	300	60	1460	270
HAVA (warmteprod)	200	300	970	145
HAVA	1000	220	4870	1070
MAVA	400	480	1950	2340
LAVA	2100	1400	10130	6740

Tabel 7 Opwerkingsafval

4. Ontmantelingsafval

Na het buiten gebruik stellen van kerncentrales, onderzoeksinstellingen en -laboratoria, waarin met radioactieve stoffen gewerkt wordt, zullen deze na verloop van enige tijd ontmanteld worden.

Gedurende deze periode neemt de radioactiviteit af ten gevolge van het verval van kortlevende radionucliden. Het radioactieve ontmantelingsafval van de kerncentrales te Dodewaard en Borssele, zal pas in de volgende eeuw voor opslag aangeboden worden en bestaat uit geactiveerde constructiematerialen en besmette componenten van het reactorkoelsysteem en enige hulpsystemen (ref. 5).

Tot de geactiveerde delen behoren het stalen reactorvat met zijn binnenwerk, alsmede delen van het biologisch schild (staal en beton), dat zich om het reactorvat bevindt. Tot de besmette delen behoren onderdelen van stoomgeneratoren (bij drukwaterreactoren), onderdelen van de turbine (bij kokendwaterreactoren) en leidingen en componenten, die met radioactieve verontreinigingen van het koelwater in contact zijn geweest. De hoeveelheden radioactief afval kunnen door decontaminatie en verkleinen worden beperkt (ref. 6).

De geraamde hoeveelheid ontmantelingsafval van onderzoeksinstellingen, industrie, ziekenhuizen en de kerncentrales, die na verwerking en verpakking dient te worden opgeslagen is weergegeven in tabel 8. Circa 90% van deze hoeveelheid behoort tot de categorie laag- en middelradioactief afval en circa 10% tot de categorie hoogradioactief afval, dat geen koeling behoeft (ref. 5, 6).

	Hoeveelheden ontmantelingsafval m ³
Onderzoeksinstellingen, industrie, ziekenhuizen	10.000
Kerncentrales	
- KCB, KCD	10.000
- 2000 MWe	20.000

Tabel 8 Ontmantelingsafval

5. Opslaghoeveelheden

De totale hoeveelheid radioactief afval, die opgeslagen dient te worden in een tijdsperiode van 100 jaar is vermeld in tabel 9 voor scenario 1 en tabel 10 voor scenario 2. Ten behoeve van de leesbaarheid zijn de hoeveelheden afval zoals gepresenteerd in de paragrafen 1 tot en met 4 enigszins afgerond en als zodanig ook in het hoofdrapport opgenomen.

Scenario 1	onderzoeks- instellingen, industrie, ziekenhuizen	kerncentrales KCB, KCD
- laag- en middelradioactief bedrijfsafval	30.000 m ³	10.000 m ³
- ontmantelingsafval	10.000 m ³	10.000 m ³
Indien opgewerkt wordt		
- opwerkingsafval		
KSA		60 m ³
HAVA (warmteproducerend)		300 m ³
HAVA		220 m ³
LAVA/MAVA		1.900 m ³
Indien niet opgewerkt wordt		
aantal splijtstofelementen		2.150

Tabel 9 Hoeveelheid radioactief afval die opgeslagen dient te worden in een tijdsperiode van 100 jaar (scenario 1)

Scenario 2	onderzoeks- instellingen, industrie, ziekenhuizen	kerncentrales KCB, KCD (20 jaar) + 2000 MWe (30 jaar)
- laag- en middelradioactief bedrijfsafval	30.000 m ³	30.000 m ³
- ontmantelingsafval	10.000 m ³	30.000 m ³
Indien opgewerkt wordt		
- opwerkingsafval		
KSA		270 m ³
HAVA (warmteproducerend)		1.500 m ³
HAVA		1.100 m ³
LAVA/MAVA		10.000 m ³
Indien niet opgewerkt wordt		
aantal splijtstofelementen		6.000

Tabel 10 Hoeveelheid radioactief afval die opgeslagen dient te worden in een tijdperiode van 100 jaar (scenario 2)

6. Referenties

1. Radioactief afval in Nederland - stand van zaken en toekomstige ontwikkelingen; Symposium KIVI kerntechniek 24 oktober 1984, Den Haag
2. Behandelingsmethoden voor laag- en middelradioactief afval; ECN-NUCON januari 1984
3. Interim opslagfaciliteit laag- en middelradioactief afval; ECN-NUCON januari 1983
4. Mogelijkheden van Interim opslag van bestraalde Splijtstofelementen en Kernsplijtingsafval in Nederland; Commissie MINSK; 1984
5. Abschaetzung der Mengen an radioactivem Abfall, die bei der Stilllegung anfallen; M. Lasch, G.V.P. Watzel et.al.; Conference on the decommissioning of nuclear power plants; Commission of the European Communities. (CEC); 22-24 May 1984; Luxembourg
6. Dekontamination von Komponenten stillgelegter Kernkraftwerke fuer die freie Beseitigung; Loercher, G; Piel, W; 1983; EUR 8704 DE

Belangrijkste consequenties van uitbreiding kerncentrales met 4000 MWe
in plaats van 2000 MWe

1. Aanbod hoeveelheden, transport en opslag voor 4000 MWe
2. Milieueffecten voor 4000 MWe

	KCB, KCD, overige producenten + 4000 MWe		
	opwerken	niet opwerken	
<u>Aanbod afvalcategorieën</u>			
Laag- en middelradioactief afval			
- bedrijfsafval			
. vast afval	1.015 m ³ /j		
. kadavers	5 m ³ /j		
. organische vloeistoffen	25 m ³ /j		
. anorganische vloeistoffen	80 m ³ /j		
. vast slib kerncentrales	1.750 m ³ /j		
- ontmantelingsafval (90% van totaal)	54.000 m ³		
- opwerkingsafval (LAVA, MAVA)	18.100 m ³	-	
Hoogradioactief afval (koeling)			
- kernsplijtingsafval (KSA)	480 m ³	-	
- opwerkingsafval (HAVA warmteproducerend)	2.700 m ³	-	
- bestraalde splijtstofelementen	-	9.850	
Hoogradioactief afval (geen koeling)			
- opwerkingsafval (HAVA)	2.000 m ³	-	
- ontmantelingsafval (10% van totaal)	6.000 m ³		
- bestralingsbronnen	1 m ³ /j		
Aanbod totaal (na 100 jaar)	203.000 m ³	183.000 m ³	
<u>Transport en inzameling</u>			
Aantal transporten/j	700/600*)	620/520	
Aantal transportkilometers/j	204.000/188.000	185.000/90.000	
	*) (alt.A,C)/(alt.B)		
	Voorgenomen activiteit A	Uitvoeringsalternatief	
		B	C
Opslaghoeveelheden totaal (m ³) opwerken	162.000	112.000	264.000

Tabel 1 Aanbod hoeveelheden, transport en opslag voor 4000 MWe

	Voorgenomen activiteit A	Uitvoeringsalternatief	
		B	C
<u>Normaal bedrijf</u>			
Radiologische aspecten			
Stralingsdoses terreingrens tengevolge van lozingen (mSv/j)			
- laag- en middelradioactief afval	$4 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$4 \cdot 10^{-7}$
- hoogradioactief afval	$5 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Maximale stralingsdoses tengevolge van lozingen (mSv/j)			
- laag- en middelradioactief afval (maximum op ca. 1000 m)	$4 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-6}$
- hoogradioactief afval (maximum op ca. 300 m)	$1 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-6}$	$2 \cdot 10^{-5}$
Stralingsdosis terreingrens tengevolge van directe straling (mSv/j)	0,15	0,15	0,15
Niet radiologische aspecten	vergelijkbaar met scenario 2 (2000 MWe)		
<u>Storingen en ongevallen</u>			
Stralingsdosis maximum denkbaar ongeval (mSv)	3,6 (neerstortend vliegtuig op laadmachine splijtstofelementen)		

Tabel 2 Milieueffecten voor 4000 MWe

Verzoek om richtlijnen voor locatie-onafhankelijk milieu-effect rapport
COVRA brief en notitie dd. 8 maart 1985



Westerduinweg 3

Correspondentie-adres

Postbus 20

1755 ZG Petten

Telefoon 02246 3344

Telex 57720 covra nl

I

Aan de Minister van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
v. Alkemade laan 85
2597 AC DEN HAAG

L

Ons kenmerk HC/DN85052

Uw kenmerk

Datum 8 maart 1985

Onderwerp Verzoek om richtlijnen voor locatie-
onafhankelijk milieu-effectrapport

Geachte heer Winsemius,

Het beleid van de regering ter zake van het radioactief afval gaat uit van een centrale verwerking van het afval en de bovengrondse opslag van alle categorie- en radioactief afval voor een periode van 50 tot 100 jaar.

Het bedrijfsbeleid van de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval zal er derhalve op gericht zijn om in de nabije toekomst een terrein te verwerven waar de verwerking en opslag gerealiseerd kunnen worden.

Gelet op het voorontwerp van de algemene maatregel van bestuur inzake de werkingssfeer van de milieu-effectrapportage (Tweede Kamer, vergaderjaar 1983-1984, 16814, nr.7) en uw schrijven aan de Tweede Kamer van 8 februari j.l. (Tweede Kamer, vergaderjaar 1984-1985, 18343, nr.20) zal mede in verband met de werkzaamheden van de commissie LOFRA op korte termijn een lokatie-onafhankelijk milieu-effectrapport moeten worden opgesteld. Als initiatiefnemer, zoals bedoeld in de procedure voor de milieu-effectrapportage, zal COVRA B.V. optreden. Wij verzoeken u richtlijnen aan te geven aan de hand waarvan wij genoemd lokatie-onafhankelijk milieu-effectrapport kunnen opstellen.

Ter toelichting op deze aanvraag is een nota bijgevoegd waarin de bestuurlijke en politieke aanleiding tot het realiseren van een centrale bovengrondse opslagfaciliteit wordt beschreven en waarin een nadere beschrijving wordt gegeven van de te ontplooiën activiteiten.

Wij vertrouwen erop dat deze informatie toereikend is om de richtlijnen op te stellen.

Hoogachtend,

CENTRALE ORGANISATIE VOOR RADIOACTIEF AFVAL (COVRA) B.V.

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "Dr. Ir. J. Vrijen".

Dr. Ir. J. Vrijen,
directeur

COVRA

-1-

NOTITIE TEN BEHOEVE VAN DE AANVRAAG VAN RICHTLIJNEN VOOR DE MILIEU-EFFECT-RAPPORTAGE OVER EEN CENTRALE FACILITEIT VOOR VERWERKING EN OPSLAG VAN RADIOACTIEF AFVAL.

1. INLEIDING

Het gebruik van radioactieve stoffen voor een breed scala van activiteiten in de research, de industrie en de geneeskunde en het gebruik van kernenergie voor de electriciteitsproductie brengen onvermijdelijk het ontstaan van radioactief afval met zich mee. Radioactieve stoffen en dus ook radioactieve afvalstoffen hebben als kenmerkende eigenschap het vermogen om ioniserende straling uit te zenden. Sommige soorten ioniserende straling kunnen door materialen heendringen zodat de aanwezigheid van radioactieve stoffen ook op enige afstand merkbaar kan zijn. Daarom zijn veiligheidsmaatregelen in de vorm van afscherming van de straling nodig. Het gebruik van radioactieve stoffen is in Nederland onderworpen aan een vergunningplicht krachtens de Kernenergiewet. In de Kernenergiewet zowel als in de verleende vergunningen wordt bepaald dat radioactief afval uitsluitend mag worden afgegeven aan een erkende ophaaldienst voor dit afval.

De zorg voor het radioactieve afval in Nederland is in handen gelegd van de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA) B.V. Statutair is vastgelegd dat deze organisatie hierbij dient uit te gaan van het door de rijksoverheid geformuleerde beleid ter zake van het radioactief afval. COVRA is de enige door de Nederlandse overheid erkende ophaaldienst voor radioactief afval. (Besluit van 25 september 1984, nr.2594023, Staatscourant 1984, nr.190).

2. HET INTERIMBELEID VAN DE RIJKSOVERHEID

Tezamen met het Verenigd Koninkrijk, België en Zwitserland maakte Nederland in het verleden gebruik van de mogelijkheid om onder internationaal toezicht verpakt en geconditioneerd laag- en middelradioactief afval in de Atlantische Oceaan te dumpen. Deze methode van verwijdering riep veel maatschappelijke en politieke bezwaren op. Aangezien het afvalbeleid in het algemeen gericht is op het isoleren, beheersen en controleren van de diverse afvalstromen, werd in het begin van de jaren '80 besloten de zeedumping te beëindigen. Aan dit besluit kon echter pas uitvoering worden gegeven toen over een alternatief werd beschikt. Dit alternatief bestond uit de mogelijkheid om een tijdelijke opslag voor het laag- en middelactief afval te realiseren op een locatie gelegen op het terrein van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) in de gemeente Zijpe. Het zeer tijdelijke karakter van deze oplossing maakt dat van een interimbeleid sprake is.

Bij het bestuurlijk overleg dat tot de interimoplossing leidde is aan burgemeester en wethouders van de gemeente Zijpe toegezegd dat voor 1 januari 1986 het definitieve verwijderingsbeleid van de rijksoverheid bekend zal worden gemaakt en dat alles in het werk zal worden gesteld dit beleid voor 1 januari 1989 doch uiterlijk voor 1 januari 1994 te realiseren. In het kader van dit interimbeleid werd in november 1983 een aanvang gemaakt met de bouw van een tijdelijke opslagplaats met een capaciteit voldoende voor de 5-jaars productie van laag en middel radioactief afval. De opslagloods werd in 1984 in gebruik genomen.

COVRA

-2-

3. HET LANGE TERMIJNBELEID VAN DE RIJKSOVERHEID

De regering heeft het lange termijn beleid ter zake van radioactief afval gepresenteerd met de beleidsnota "Radioactief Afval" van april 1984 (Tweede Kamer, vergaderjaar 1983-1984, 18343, nrs.1-2) en met haar brief van 28 september 1984 (Tweede Kamer, vergaderjaar 1984-1985, 18343, nr.6). Kort samengevat komt dit beleid neer op het volgende:

Er moet worden voorkomen dat radioactief afval ongecontroleerd in het milieu terecht komt. Dit betekent het isoleren, beheersen en controleren van dit afval. Mede gelet op de relatief geringe omvang van het in Nederland geproduceerde afval en de noodzakelijke specialistische zorg ten aanzien van de milieuhygiënische en arbeidshygiënische aspecten is een centrale inzameling, verwerking en opslag vereist. Voor de komende decennia dienen alle categorieën radioactief afval op land te worden opgeslagen. Een dergelijke opslag is op een milieuhygiënisch verantwoorde manier uit te voeren. Te zijner tijd kan worden gezien of voor het dan nog radioactieve deel van het afval geologische opberging in eigen land zal moeten plaatsvinden of dat inmiddels mogelijkheden aanwezig zijn tot opberging elders in de wereld.

4. DE LOKATIE VAN DE CENTRALE FACILITEIT VOOR RADIOACTIEF AFVAL

Voor de realisatie van het lange termijn beleid is een lokatie nodig voor de centrale faciliteit voor radioactief afval. Op deze lokatie zal voldoende ruimte moeten zijn om gedurende de komende 50 tot 100 jaar al het Nederlandse radioactieve afval op te slaan. Met betrekking tot de lokatiekeuze zal advies worden ingewonnen bij de commissie Lokatiekeuze Opslagfaciliteit Radioactief Afval (LOFRA). (Besluit van 4 december 1984, nr.1904028, Staatscourant 1984, nr.239). Verwacht wordt dat deze commissie de regering uiterlijk 1 oktober 1985 zal adviseren over circa drie lokaties. De regering zal op basis van dit advies afrondend overleg met de betreffende lagere overheden voeren. Ten behoeve van met name dit laatste overleg, wordt een milieu-effectrapport (MER) nodig geacht dat inzicht verschaft in de opzet van de faciliteiten en de mogelijke gevolgen daarvan voor het milieu, ongeacht de lokatie waar een dergelijke faciliteit zou gerealiseerd. Gelet op de toezegging aan burgemeester en wethouders van de gemeente Zijpe (zie 2) zal een definitieve lokatiekeuze voor 1 januari 1986 dienen plaats te vinden.

5. DE DOOR COVRA VOORGENOMEN ACTIVITEITEN OP DE CENTRALE LOKATIE VOOR RADIOACTIEF AFVAL

In het kader van het interimbeleid beschikt COVRA op haar lokatie in de gemeente Zijpe op dit moment over een opslagloods voor geconditioneerd laag- en middelactief afval alsmede over kantoorruimte.

Op de nieuwe lokatie zal COVRA de volgende activiteiten ontplooiën.

- De huisvesting, het bedrijven, inrichten en onderhouden van een gespecialiseerde transportorganisatie van radioactieve stoffen.
- Het centraal verwerken en verpakken van radioactieve afvalstoffen of hetgeen er na volumereductiemethoden als verbranding of compactering van over is gebleven.
- Het zeker gedurende de eerste 50 jaar constant doen bouwen, vullen en beheeren van een tamelijk groot aantal loodsën, bedoeld voor verpakt laag- en middelactief afval.

COVRA

-3-

- Het doen bouwen, vullen en beheren van afvalopslaggebouw(en) voor hoogactief afval dat geen koeling behoeft.
- Het doen bouwen, vullen en beheren van afvalopslaggebouw(en) voor warmteproducerend hoogactief afval, het zogenaamde kernsplijtingsafval, dan wel bestraalde splijststofelementen.
- Het uitvoeren van de voorbereidingen voor de diverse eindbergingsmogelijkheden van het Nederlandse radioactief afval, zowel binnen alsook buiten Nederland.
- Het (doen) verrichten van onderzoek op deze gebieden.
- Het verstrekken van informatie over radioactief afval in het algemeen en de COVRA-activiteiten in het bijzonder.
- Het verlenen van diensten ten behoeve van ontmanteling van ruimtes waar met radioactief materiaal is gewerkt.
- Het verlenen van decontaminatiediensten zodat hergebruik van materialen mogelijk wordt.

De organisatie COVRA is technisch/administratief/wetenschappelijk van karakter. Circa 20% van het aantal medewerkers zal academisch geschoold zijn, 20% zal een hogere beroepsopleiding hebben voltooid en de overige medewerkers zijn lager geschoolde technische of administratieve medewerkers. COVRA zal op termijn een omvang hebben tussen 60 en 120 medewerkers. De werkzaamheden van COVRA zullen in dagdienst worden uitgevoerd, met uitzondering van de continue bewaking.

6. SOORTEN RADIOACTIEF AFVAL DIE ZULLEN WORDEN VERWERKT EN/OF OPGESLAGEN

Onder het begrip radioactief afval vallen alle niet meer te gebruiken radioactieve stoffen en radioactief besmette voorwerpen, evenals stoffen en voorwerpen die mogelijk met radioactieve stoffen in aanraking zijn geweest. Het afval is zeer gevarieerd van samenstelling. Het grootste gedeelte bestaat uit het bedrijfsafval van onderzoeksinstellingen, industrie, ziekenhuizen en kerncentrales. Dit omvat onder andere handschoenen, laboratoriumglaswerk, kleding, injectienaalden, plastic folie, vloeistoffen, filterharsen en bezinksels. Dit afval wordt steeds verwerkt tot een vaste vorm en vervolgens verpakt. Het kleinste gedeelte van de afvalstroom wordt gevormd door splijststofelementen die als brandstof in de kernenergiecentrales zijn gebruikt. Het verpakte afval kan worden ingedeeld naar het oppervlakte dosistempo in de volgende drie hoofdgroepen:

- Laagactief afval, met een oppervlakte dosistempo van minder dan 2 mSv/uur,
- Middelactief afval, met een oppervlakte dosistempo dat ligt tussen 2 en 20 mSv/uur,
- Hoogactief afval, met een oppervlakte dosistempo dat groter is dan 20 mSv/uur.

Het eerder genoemde bedrijfsafval levert uitsluitend laag- en middelactief afval op. Alleen splijststofstaven die in een kernenergiecentrale zijn gebruikt en materialen die door langdurige neutronen bestraling sterk zijn geactiveerd, leveren hoogactief afval op. Een deel van het hoogactieve afval straalt niet alleen, maar geeft ook warmte af (bestraalde splijststofelementen, kernsplijtingsafval).

7. HOEEVELHEDEN RADIOACTIEF AFVAL DIE ZULLEN WORDEN VERWERKT EN/OF OPGESLAGEN

Aangezien COVRA op de nieuwe lokatie over voldoende capaciteit moet beschikken om gedurende de komende 50 tot 100 jaar al het Nederlandse radioactieve afval op te slaan moet een prognose worden gemaakt van het toekomstige afval aanbod. Hiervoor moet met scenario's worden gewerkt. Gekozen is voor het scenario van

COVRA

-4-

de huidige produktie en voor een scenario waarin rekening wordt gehouden met een aanvullend nucleair vermogen van 3000 MWe. Dit laatste scenario is gekozen omdat hiervoor uit recente Nederlandse studies gegevens beschikbaar zijn (MINSK-rapport).

scenario 1: Gelijkblijvende afvalproduktie van research, industrie en ziekenhuizen en 30 jarige bedrijfstijd van de centrales te Borssele en Dodewaard.

Bij de circa 340 leveranciers van radioactief afval ontstaat in totaal ongeveer 800 m³ verpakt en geconditioneerd laag- en middelactief afval per jaar. In tabel 1 is een overzicht gegeven van volume en aard van de jaarlijks te verwerken afvalstroom. Van het volume verwerkt afval is ongeveer 500 m³ afkomstig van de kernenergiecentrales te Borssele en Dodewaard.

Naast deze afvalstromen moet rekening worden gehouden met het afval dat in de jaren '90 door de opwerkingsfabrieken in Frankrijk en Engeland kan worden teruggestuurd. Dit afval bestaat uit het warmte-producerende kernsplijtingsafval (of KSA) dat in een glazen matrix is verwerkt en hoog, middel- en laagactief afval dat bij het opwerkingsproces is ontstaan. Wanneer aangenomen wordt dat de kernenergiecentrales te Borssele en Dodewaard een bedrijfstijd van 30 jaar zullen hebben dan zullen in totaal circa 300 stuks KSA-cilinders van 200 liter worden geretourneerd. Daarnaast zullen circa 160 cilinders van 1850 liter met hoogactief afval dat eveneens warmte produceert kunnen worden geretourneerd. De KSA-cilinders hebben op het tijdstip van aflevering een warmteproduktie van maximaal 3,5 kW per cilinder. Voor hoogactief afval cilinders geldt een maximale warmteproduktie van 0,43 kW. In totaal zal er onder genoemde aanname dus 356 m³ warmte genererend afval opgeslagen moeten worden (MINSK-rapport). Daarnaast zal nog circa 1500 m³ niet warmtegenererend hoog-, middel- en laagactief afval kunnen worden geretourneerd.

Indien de bestraalde splijtstofelementen van Borssele en Dodewaard niet zouden worden opgewerkt en derhalve de bestraalde splijtstofelementen zouden moeten worden opgeslagen, zou dit bij een bedrijfstijd van 30 jaar voor beide centrales kunnen resulteren in totaal 2136 bestraalde splijtstofelementen. (MINSK-rapport).

Een tweede afvalstroom waarmee in een tijdsperiode van 50 tot 100 jaar rekening moet worden gehouden, maar waarvan de hoeveelheid niet precies kan worden aangegeven, is het ontmantelingsafval van onderzoeksreactoren, onderzoekslaboratoria en van de centrales te Dodewaard en Borssele. Er zal sprake zijn van laag-middel- en hoogactief afval. In totaal moet met meerdere duizenden m³ afval rekening worden gehouden.

scenario 2: Afvalproduktie van scenario 1 uitgebreid met het afval ontstaan bij een 30 jarige bedrijfstijd van een nog te installeren nucleair vermogen van 3000 MWe.

Van de additionele afvalstroom kan een schatting worden gemaakt. De werkelijke hoeveelheden zullen afhangen van het aantal en type reactoren dat zou worden geïnstalleerd.

De hoeveelheden afval voor de voorbeeld scenario's zijn weergegeven in tabel 2.

COVRA

Tabel 1.

Volumina en aard van het jaarlijks te verwerken aanbod van laag- en middelactief afval.

Aard van het te verwerken afval	Onverwerkt volume (m3)	Verwerkt volume (m3)
Papier, karton, hout (tissues, verpakking- en schoonmaak- materiaal)	ca. 700	} ca. 400
Katoen (jassen, overalls, petten, stoffen, filtermateriaal)		
Kunststoffen (verpakkings en afdek- plastics, handschoenen, stoffen, laboratoriummateriaal)		
Actieve koolfilters	ca. 5	
Metalen delen, beton, zand enz.	ca. 15	
Kadavers	ca. 5	}
Vloeibaar anorganisch	ca. 80	
Vloeibaar organisch	ca. 25	
Harsen, filterslib, concentraten en bezinksels	ca. 80	* ca. 400

* wordt opgeslagen in afwachting van verbranding.

COVRA

Tabel 2A.

Overzicht van het totale volume van de afvalstoffen die moeten worden opgeslagen bij twee verschillende scenario's. Uitgangspunten voor de berekende volumina zijn vermeld in de voetnoot bij deze tabel.

Afvalproducent ► Afvalprodukten ▼	Research, Industrie, Ziekenhuizen	Kerncentrales
Scenario 1		
100 jaar laag- en middelactief	30.000 m ³	
20 jaar laag- en middelactief bedrijfsafval KCB + KCD		10.000 m ³
Ontmantelingsafval	10.000 m ³	10.000 m ³
Opwerkingsafval van 30 jaar KCB + KCD, dat <u>geen</u> koeling behoeft		1.500 m ³
Opwerkingsafval van 30 jaar KCB + KCD, dat moet worden gekoeld		356 m ³
Aantal splijtstofelementen wanneer <u>niet</u> wordt opgewerkt		2.136 stuks
Scenario 2		
100 jaar laag- en middelactief	30.000 m ³	
20 jaar laag- en middelactief bedrijfsafval KCB + KCD + 30 jaar 3000 MWe		40.000 m ³
Ontmantelingsafval	10.000 m ³	40.000 m ³
Opwerkingsafval van 30 jaar KCB + KCD + 3000 MWe, dat <u>geen</u> koeling behoeft		10.000 m ³
Opwerkingsafval van 30 jaar KCB + KCD + 3000 MWe dat moet worden gekoeld		2.500 m ³
Aantal splijtstofelementen wanneer <u>niet</u> wordt opgewerkt		7.896 stuks

COVRA

Tabel 28.

Overzicht van de totale hoeveelheid afval, ingedeeld naar afval-categorie, die moet worden opgeslagen.

	scenario 1	scenario 2
Laag- en middelactief afval	58000 m ³	115.000 m ³
Hoogactief afval dat geen koeling behoeft	3500 m ³	15.000 m ³
Hoogactief afval dat moet worden gekoeld	356 m ³	2.500 m ³

Voetnoot bij tabel 2A en B.

Gehanteerde uitgangspunten voor de berekende volumina:

- Research, industrie en ziekenhuizen leveren de komende 100 jaar een gelijkblijvende hoeveelheid afval van 300 m³/jaar.
- De kernenergiecentrales Borssele en Dodewaard leveren de komende 20 jaar bedrijfsafval (500 m³/jaar) en opwerkingsafval dat ontstaan is gedurende een 30 jarige bedrijfstijd, die zich over verleden en toekomst uitstrekt.
- Van het ontmantelingsafval is verondersteld dat 10% hoogactief afval is, dat geen koeling behoeft. De rest is laag- en middelactief afval.
- Het nieuw te installeren vermogen van 3000 MWe, gedacht in drie eenheden van 1000 MWe elk van het type drukwaterreactor, produceert circa 1000 m³ laag- en middelactief afval en circa 30.000 m³ ontmantelingsafval.

COVRA

-8-

8. OMSCHRIJVING VAN DE BENODIGDE FACILITEITEN EN EEN MOGELIJKE INRICHTING VAN HET BEDRIJFSTERREIN

In 5 zijn de door COVRA voorgenomen activiteiten aangegeven. Voor elk van deze activiteiten zijn bepaalde faciliteiten nodig.

De gespecialiseerde transportorganisatie.

Voor het ophalen van het radioactieve afval bij de diverse producenten zal COVRA gebruik gaan maken van een eigen, ter zake gespecialiseerde transportorganisatie. Bij het afhalen van afval treedt namelijk eigendomsoverdracht van de goederen op, welke een zorgvuldige administratieve en operationele overdracht noodzakelijk maakt, die door COVRA in eigen beheer dient te worden uitgevoerd. Er zal derhalve een garage annex werkplaats voor enige vrachtwagens en vorkheftrucks op het terrein komen.

Verwerkings- en verpakkingsinstallaties.

Voor langdurige bovengrondse opslag is volumereductie en inertisering van het afval belangrijk. Op de nieuwe lokatie zijn verbrandingsinstallaties voor brandbaar vast en vloeibaar laag- en middelactief afval voorzien. Onbrandbaar afval zal met behulp van een persinstallatie tot een minimaal volume worden teruggebracht en worden verpakt. Voorts zijn installaties nodig voor het scheiden van vloeibaar en vast afval en voor het afscheiden van organisch vloeibaar afval. Het vaste afval dat daarbij ontstaat zal worden verpakt in beton in een aparte installatie. Het vloeibaar anorganisch afval zal worden gezuiverd in een waterbehandelingsinstallatie. Slurries uit de waterbehandelingsinstallatie alsmede asresten zullen eveneens worden geconditioneerd en worden verpakt in beton in een aparte installatie.

Al deze installaties zullen gemeenschappelijk worden ondergebracht in een verwerkingsgebouw, waarin ook ruimte zal worden gereserveerd voor decontaminatie.

Opslaggebouw

Voor de opslag van het laag- en middelactief afval zullen een aanzienlijk aantalloodsen moeten worden gebouwd. Gezien het feit dat aan de levensduur van deloods hoge eisen gesteld zullen worden en rekening houdend met de stralingsafschermingseigenschappen die deloods zal moeten hebben, zal van een zeer solideloodsbouw sprake zijn. Voor de opslag van hoogactief afval dat geen koeling behoeft zullen aanvullende afschermingseisen worden gesteld aan een soortgelijk gebouw. Voor de opslag van bestraalde splijtstofelementen, KSA en hoogactief afval dat wel moet worden gekoeld, bestaan in principe vier mogelijkheden:

- a. natte opslag in waterbassins
- b. droge opslag in gietijzeren containers
- c. droge opslag in een gebouw (vault)
- d. droge opslag in vast opgestelde silo's

Voor een uitwerking van deze mogelijkheden wordt verwezen naar het MINSK-rapport.

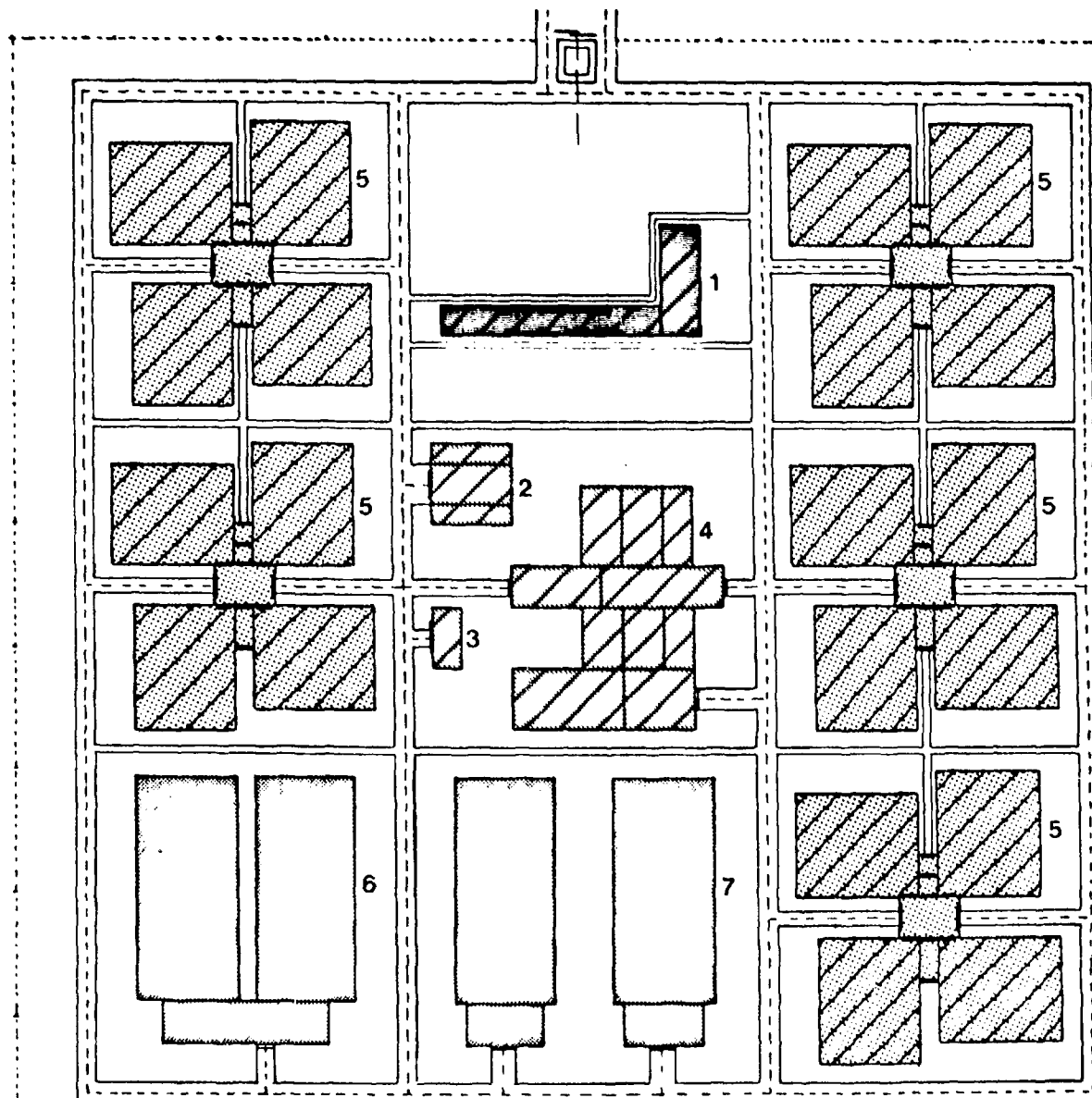
Administratie, onderzoek, voorlichting, stralingscontrole en bewaking.

Ten behoeve van de administratie, onderzoekswerkzaamheden, voorlichtingsactiviteiten en de stralingscontroledienst zal een kantoor- en laboratoriumgebouw nodig zijn. Voor de bewaking van het terrein zal een apart portiersgebouw annex bewakingsdienstruimte worden neergezet.

Als voorbeeld is een mogelijke indeling gegeven voor een rechthoekig terrein van 500 bij 600 meter, waarop de genoemde faciliteiten zouden kunnen worden gesitueerd. Het bouwen van de opslagloodsen op het terrein zal afhankelijk van het afvalaanbod gefaseerd geschieden.

Mogelijke indeling COVRA terrein

1. Kantoor en laboratoriumgebouw
2. Garage annex werkplaats
3. Ketelhuis
4. Verwerkingsgebouw
5. Opslagloodsen voor laag- en middelactief afval
6. Opslaggebouw voor hoogactief afval, dat geen koeling behoeft
7. Opslaggebouw voor hoogactief afval dat moet worden gekoeld



COVRA

-10-

9 MOGELIJKE EFFECTEN OP DE OMGEVING VAN DE COVRA FACILITEITEN

Als mogelijke effecten op de omgeving kunnen met name worden aangemerkt de effecten van lozingen en de naar buiten tredende straling. Een viertal soorten lozingen kunnen worden onderscheiden. In de eerste plaats zullen tritium en edelgassen zoals Krypton-85 in de loop van de tijd door verpakkingen naar buiten kunnen diffunderen en zich verspreiden over de omgeving. Als tweede kunnen worden genoemd de rookgassen van de verbrandingsinstallaties. Deze rookgassen zullen in een gasreinigingsinstallatie worden gezuiverd. Als derde kan de lozing van het in de waterbehandelingsinstallatie gezuiverde afvalwater worden genoemd. Een vierde lozingssoort treedt op wanneer gekozen zou worden voor natte opslag van het afval dat koeling behoeft. Lozing van koelwater leidt tot een zekere thermische belasting van het oppervlakte water waarop wordt geloosd.

Voor het overige zal de opslag van het verwerkte afval zodanig zijn ingericht dat de radioactieve stoffen zich onder normale omstandigheden niet in het milieu kunnen verspreiden.

De opgeslagen verpakte afvalstoffen zullen een stralingseffect op de omgeving hebben. In de te verlenen vergunning krachtens de Kernenergiewet zal een dosistempolimiet voor de terreingrens worden aangegeven. De maximale grens uit de kernenergiewet bedraagt 1,5 mSv per jaar.

Lozingen en directe straling leiden tot een stralingsbelasting voor de omgeving die kleiner zal zijn dan de variaties in de natuurlijke stralingsbelasting die in Nederland voorkomen.

Het loods- en gebouwencomplex heeft een beïnvloeding van het oorspronkelijk aanwezige landschap tot gevolg. Ook transporten van het afval naar de COVRA-faciliteiten kunnen als een mogelijk effect op de omgeving worden gezien. De frequentie van deze transporten zal voor het in 7 vermelde scenario 1 minder dan 1 per dag bedragen. Voor scenario 2 geldt een frequentie van 1 a 2 per dag.

10. ONGEVALSSITUATIES

Bedrijfsongevallen kunnen een effect hebben op de omgeving. Gedacht kan worden aan transportongevallen met onverwerkt en verwerkt afval, brand of een explosie.

Het is voorts denkbaar dat externe invloeden de gebouwen en installaties van COVRA dusdanig beschadigen dat verspreiding van de opgeslagen activiteit in de omgeving zou kunnen optreden. Deze externe invloeden kunnen zijn:

- grote overstromingen
- windhozen
- neerstortend vliegtuig
- gasexplosie
- aardbevingen
- sabotage

Voor al deze ongevalssituaties zijn globale ongevalsanalyses beschikbaar. De algemene conclusie van die analyses is dat ook in de meest extreme ongevalssituaties ernstige radiologische gevolgen voor de omgeving niet denkbaar zijn.

11. MOGELIJKE ALTERNATIEVEN VOOR DE VOORGENOMEN ACTIVITEITEN

Als alternatieven voor de voorgenomen opslagactiviteiten kunnen worden genoemd

COVRA

-11-

het dumpen in de oceaan van het laag- en middelactief afval, en het rechtstreeks zonder tussenopslag bergen van alle categorieën afval in geschikte geologische formaties. Dit zijn echter beleidsalternatieven die reeds betrokken zijn bij de politieke besluitvorming om over te gaan tot langdurige opslag op land. (zie ook 2 en 3). Deze alternatieven zullen daarom niet worden uitgewerkt.

Als verwerkings- en verpakkingsmethode worden verbranden, compacteren en verpakken in beton voorzien. Een alternatief kan zijn om een deel van het afval dat uitsluitend kortlevende radioactieve stoffen bevat, niet te verwerken. In plaats van verbranden zou het zuurverteringsproces als alternatief kunnen worden beschouwd. Alternatieven voor de verpakking in beton zijn het verpakken in kunststof of bitumen danwel stalen of betonnen vaten.

Voor de opslag van bestraalde splijtstofelementen, KSA en hoogactief afval dat moet worden gekoeld, zijn ook een aantal varianten mogelijk die reeds in 8 zijn genoemd.

12. PROCEDURELE ASPECTEN

In het voorontwerp van de Algemene maatregel van bestuur inzake de werksfeer van mer (Tweede Kamer, vergaderjaar 1983-1984, 16814, nr.7.) zijn de volgende activiteiten aangegeven als mer-plichtig (artikel 22 d):

- inrichtingen die bestemd zijn voor de opslag van een periode van 10 jaar of langer van bij het opwerken van bestraalde splijtstoffen vrijgekomen kernsplijttingsafval (KSA);
- inrichtingen die uitsluitend bestemd zijn voor de opslag voor een periode van 10 jaar of langer van bestraalde splijtstofelementen;
- inrichtingen die uitsluitend bestemd zijn voor de permanente opslag of de definitieve verwijdering van radioactieve afvalstoffen, waaronder begrepen afvalstoffen in de vorm van splijtstoffen (anders dan kernsplijttingsafval) of ertsen.

Van alle activiteiten die COVRA voornemens is uit te voeren op de nieuwe lokatie is formeel volgens dit voorontwerp uitsluitend de opslagfaciliteit voor het opwerkingsafval, het KSA en/of bestraalde splijtstofelementen een mer-plichtige activiteit. Echter in de beleidsnota "Radioactief Afval" van april 1984 heeft de regering aangekondigd, dat voor de in die nota bedoelde opslagfaciliteit een MER zal worden opgesteld.

In eerder genoemd voorontwerp is als mer-plichtig besluit aangewezen het betreffende besluit van de Kernenergiewet, waarop hoofdstuk 3 van de Wet algemene bepalingen milieuhygiene van toepassing is. Dit betreft de beschikking op de aanvraag om een vergunning voor de opslagfaciliteit. Een dergelijke aanvraag om een vergunning is nog niet ingediend omdat daarbij de lokatie van de voorgenomen activiteit nauwkeurig dient te worden omschreven. Deze lokatie is echter nog niet vastgesteld. Voor de lokatiekeuze wordt een bijzondere procedure gevolgd (zie 4).

In zijn brief aan de Tweede Kamer heeft de minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer kenbaar gemaakt dat bij de keuze van een lokatie door de regering naast het advies van de commissie LOFRA, ook een lokatie-onafhankelijk MER een rol zal spelen.

COVRA

-12-

Deze notitie zal dienen voor het zogenaamde "Vooroverleg" in de MER-procedure. Het bevoegd gezag zal aan de hand van de resultaten van de inspraak en het advies van de Voorlopige Commissie voor de milieu-effectrapportage (VCmer) de richtlijnen voor deze lokatie-onafhankelijke MER opstellen. Dit MER zal vervolgens door de COVRA aan de hand van deze richtlijnen worden opgesteld. COVRA treedt dus op als initiatiefnemer.

Ter toetsing zal dit MER worden voorgelegd aan de Voorlopige Commissie voor de milieu-effectrapportage (Vomer). De VCmer kan in haar toetsingsadvies ingaan op die milieuaspecten die bij de door de commissie LOFRA aangedragen lokaties nog specifieke aandacht zouden behoeven.

Nadat overeenstemming is bereikt over de uiteindelijke lokatie zal in het kader van de aanvraag om een vergunning krachtens de Kernenergiewet het MER worden toegespitst op de betreffende lokatie. Deze aangepaste MER zal tijdens de vergunningsprocedure wederom worden getoetst door de VCmer.

COVRA

-13-

13. REFERENTIES

- Tweede Kamer, vergaderjaar 1983-1984 en 1984-1985, 18343, nrs.1-20.
- MINSK-rapport: Mogelijkheden van Interimopslag in Nederland van bestraalde splijtstofelementen en kernsplijtingsafval. KEMA, ECN - juni 1984.
- Behandelingsmethoden voor laag- en middel radioactief afval. ECN, Nucon - januari 1984.
- Interimopslagfaciliteit voor laag- en middel radioactief afval. ECN, Nucon - januari 1983.
- Milieu-effectrapportage. Voorlopige algemene richtlijnen. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiene, Ministerie van Cultuur, Recreatie en Maatschappelijk Werk - augustus 1981.

COVRA

-14-

14. VERKLARENDE WOORDEN EN AFKORTINGENLIJST:

COVRA:	Centrale Organisatie voor Radioactief Afval.
decontamineren:	het verwijderen van de radioactieve verontreiniging die zich op het oppervlak van materialen bevindt.
dosis:	grootte waarmee de invloed van straling op levende materie wordt beschreven.
dosistempo:	dosis per tijdseenheid.
hoogactief afval:	radioactief afval waarvan het dosistempo op het oppervlak van de verpakking groter is dan 20 milliSievert per uur.
ioniserende	straling die haar weg door de materie daaraan energie overdraagt waarbij elektrisch geladen deeltjes (ionen) ontstaan.
KCB:	Kernenergiecentrale Borssele
KCD:	Kernenergiecentrale Dodewaard
KSA:	kernsplijtingsafval.
laagactief afval:	radioactief afval waarvan het dosis op het oppervlak van de verpakking minder dan 2 milliSievert per uur bedraagt.
LOFRA:	Commissie Lokatiekeuze OpslagFaciliteit Radioactief Afval.
MER:	Milieu-effectrapport.
mer:	milieu-effectrapportage.
middelactief-afval:	radioactief afval waarvan het dosistempo op het oppervlak van de verpakking groter is dan 2 milliSievert per uur maar kleiner dan 20 milliSievert per uur.
MINSK:	Mogelijkheden van Interimopslag in Nederland van bestraalde Splijtstofelementen en Kernsplijtingsafval.
mSv:	milliSievert.
ontmanteling:	het afbreken van een installatie.
opwerking:	proces waarbij uit de gebruikte splijtstofelementen van een kernenergiecentrale de nog bruikbare splijtstof wordt teruggenomen.

COVRA

-15-

radioactieve stof: stof die, tengevolge van de aanwezigheid van bepaalde atoomkernen, het vermogen bezit om ioniserende straling uit te zenden.

Sievert (Sv): eenheid van dosis.

splijtstof: brandstof voor een kerncentrale (bijv. uranium).

Transport van radioactief afval

1. Wetgeving en voorschriften inzake transport
2. Classificatie transportcontainers
3. Methoden voor het transport van radioactief afval
4. Transport van laag- en middelradioactief afval
5. Transport van hoogradioactief afval
6. Overzicht transport van radioactief afval
7. Referenties

1. Wetgeving en voorschriften inzake transport

Algemeen

Het doel dat in het wettelijk kader wordt nagestreefd, is het risico verbonden aan het vervoer van radioactieve stoffen en splijtstoffen, zowel ten aanzien van het publiek, de vervoerders als het milieu zo klein mogelijk te houden. Teneinde dit doel te bereiken zijn voorschriften opgesteld, die betrekking hebben op de buiten het collo (verpakkingseenheid) meetbare straling, de verspreiding van radioactieve stoffen vanuit het collo en de criticiteit binnen het collo en van colli onderling.

Ten behoeve van het vervoer van radioactieve stoffen en splijtstoffen geeft het IAEA richtlijnen uit, die in de "Safety Series" gepubliceerd worden en die regelmatig aan nieuwe ontwikkelingen worden aangepast. Met name dienen de "Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials", IAEA Safety Series no. 6 (ref. 1) genoemd te worden. Deze richtlijnen dienen als leidraad voor de internationale en nationale regelingen. In Nederland zijn de voorschriften vastgelegd in het Besluit "Vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen" in de Kernenergiewet (ref. 2) en de Wet Gevaarlijke Stoffen. Voor het transport van radioactieve stoffen en splijtstoffen gelden daarnaast onder meer de volgende voorschriften en regelingen:

Wegvervoer

- internationaal: ADR (accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route).
- nationaal : VLG (Reglement voor het vervoer over de weg van gevaarlijke stoffen).

Railvervoer

- internationaal: CIM (Convention internationale concernant le transport des marchandises par chemins de fer).
 - : RID (Reglement international concernant le transport des marchandises dangereuses par chemins de fer).
- nationaal : VSG (Reglement voor het vervoer per spoor van gevaarlijke stoffen).

Transport per schip binnenwateren

- internationaal: ADN (accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voie de navigation interieure).
- nationaal : VBG (Reglement vervoer gevaarlijke stoffen over de binnenwateren).

Luchttransport

- internationaal: IATA-regulations

Zeescheepvaart

- internationaal: Internationale zeescheepvaartovereenkomsten (IMCO)

Aangezien het vervoerssysteem voor radioactieve stoffen en splijtstoffen in geheel Europa op dezelfde wettelijke wijze is geregeld, is een vlot verlopend internationaal vervoer mogelijk.

2. Classificatie transportcontainers

De classificatie van transportcontainers is gebaseerd op de voorschriften, zoals die onder andere in de IAEA-richtlijnen (ref. 1) en het Besluit "Vervoersplijststoffen, ertsen en radioactieve stoffen" in de Kernenergiewet (ref. 2) zijn vastgelegd.

Bij het transport van radioactief afval wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende typen containers:

- industriële en handelsverpakkingen

Deze worden toegepast voor het transport van radioactief afval met een geringe activiteit, zoals onder andere een groot gedeelte van het laag- en middelradioactief bedrijfsafval (60-, 100- en 200-liter vaten). Indien bepaalde kwaliteitsvoorzieningen worden getroffen kunnen sommige van deze verpakkingen voldoen aan de eisen, die gesteld worden aan A-containers.

- A-containers

Deze containers kunnen toegepast worden, indien de activiteit van alle radionucliden per verpakking lager is dan A2 (niet speciale vorm) of A1 (speciale vorm). Hierin zijn A1 en A2 een voor elk radionuclide vastgelegde radioactiviteit. Boven deze grenzen dienen B-containers toegepast te worden. De waarden van A1 en A2 bedragen bijvoorbeeld voor Cobalt-60: 0,26 TBq (7 Ci). Een volledige lijst met A1 en A2-waarden bevindt zich in de IAEA-richtlijnen (ref. 1). "Speciale vorm" houdt in dat de radioactieve materialen als onoplosbare vaste stof voorkomen of zich in een afgesloten capsule bevinden, die slechts geopend kan worden door de capsule kapot te maken.

- B-containers

Deze containers zijn geschikt voor het transport van radioactief afval met een grotere radioactiviteit dan voor A-containers toelaatbaar is. Er is geen limiet aan de totale hoeveelheid radioactiviteit in de B-container, anders dan die omschreven in de transportbegeleidende documenten.

B-containers worden met name toegepast voor het transport van vast gemaakt bedrijfsafval van kerncentrales en van hoogradioactief afval. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen:

- . B(U)-containers, die unilateriaal (door één land) goedgekeurd zijn
- . B(M)-containers, die door meerdere landen goedgekeurd zijn en op een enkel punt niet aan de eisen van B(U)-containers voldoen. Het ontwerp van deze B(M)-containers en het transport ervan dienen door alle bij het vervoer betrokken overheidsinstanties goedgekeurd te worden.

Beproevingen A- en B-containers

A- en B-containers mogen slechts voor het transport van radioactief afval toegepast worden, indien ze aan een aantal beproevingen onderworpen zijn geweest. Hierbij dient aan een aantal eisen te worden voldaan. De belangrijkste beproevingen en eisen zijn hieronder voor de beide container-types aangegeven.

A-containers

A-containers dienen de volgende beproevingen te ondergaan, waarbij niets van de radioactieve inhoud verloren mag gaan en het stralingsniveau aan het buitenoppervlak niet hoger mag zijn dan vóór de beproevingen:

- besproeiing met water gedurende minimaal één uur, met een hoeveelheid water, die gelijk is aan een homogeen verdeelde regenval van 5 cm per uur onder een hoek van 45 graden met de horizontale as.
- vrije val vanaf 1,20 meter hoogte zodanig dat de effecten het grootst zijn. Voor massa's groter dan 5.000 kg gelden afwijkende proeven.
- drukbelasting ter grootte van minimaal vijf maal de massa van de verpakking gedurende minimaal 24 uur.
- doorstootproef met een stalen staaf met een massa van 6 kg en een diameter van 3,2 cm, die vanaf 1 meter hoogte op het collo valt.

Voor containers met vloeistoffen en samengeperste gassen gelden aanvullende eisen.

B-containers

De B-containers dienen tenminste te voldoen aan de eisen gesteld aan A-containers. Indien de B-container aan beproevingen wordt onderworpen, die voor de A-container vastgesteld zijn, mag maximaal $A_2 \times 10^{-6}$ Bq per uur ontsnappen. Bovendien dienen de B-containers beproevingen te ondergaan, waarbij uit de B(U)-container maximaal $A_2 \times 10^{-3}$ Bq per week en uit de B(M)-container maximaal A_2 Bq, anders dan krypton-85, per week mag ontsnappen. Deze beproevingen omvatten een:

- valproef vanaf een hoogte van 9 meter zodanig dat de effecten het grootst zijn
- valproef vanaf 1 meter hoogte op een stalen cilinder met een diameter van 15 cm, zodanig dat de beschadiging het grootst is
- verhittingsproef gedurende 30 minuten op 800 °C
- onderdompelingsproef in water op een diepte van tenminste 15 meter.

Voor containers voorzien van een druknivellering gelden enigszins afwijkende waarden.

Kriticiteit

In de voorschriften ter voorkoming van kriticiteit zijn de colli in drie nucleaire veiligheidsklassen onderverdeeld:

- nucleaire veiligheidsklasse I
Colli, die in willekeurig aantal en in elke opstelling, onder alle te verwachten transportomstandigheden geen enkel nucleair risico opleveren
- nucleaire veiligheidsklasse II
Colli, die onder alle te verwachten transport omstandigheden in een beperkt aantal en in elke opstelling geen enkel nucleair risico opleveren
- nucleaire veiligheidsklasse III
Colli, die geen enkel nucleair risico opleveren onder alle te verwachten transportomstandigheden ten gevolge van speciale voorzorgen, maatregelen en administratieve controles.

In de betreffende voorschriften (ref. 1) zijn regels opgenomen, die het voorkomen van criticiteit tijdens het transport tot doel hebben.

Straling

Voor het transport van radioactief afval gelden de volgende maximale stralingsniveau's

- 2 mSv per uur aan het oppervlak van het collo, of
10 mSv per uur aan het oppervlak van het collo, en
2 mSv per uur aan het oppervlak van het vervoermiddel, indien het een "wagenlading" (apart transport, geen andere goederen) betreft
- 0,10 mSv per uur op 1 meter afstand van het collo, of op 2 meter afstand, indien het een "wagenlading" betreft
- 0,02 mSv per uur in de cabine van de vrachtauto.

3. Methoden voor het transport van radioactief afval

Voor het transport van radioactief afval bestaan de volgende methoden:

- wegtransport
- spoortransport
- transport per schip
- luchttransport

De laatste methode wordt in dit MER niet beschouwd.

Wegtransport

Wegtransport is bijzonder geschikt voor het transport over kleine afstanden. De infrastructuur voor het wegtransport in Nederland en Europa is zeer goed. Voor de meeste landen van Europa gelden voor "normaal" transport beperkingen voor de massa (38 tot 50 ton) en voor de afmetingen (lxbxh: 15x2,5x4 m) van de wagen met lading.

Grotere massa's en afmetingen zijn mogelijk, maar beide leiden tot lagere snelheden en speciale wagencombinaties.

Spoortransport

De infrastructuur voor het spoortransport in Nederland en Europa is goed. Bij spoortransport kunnen hogere gemiddelde snelheden bereikt worden dan bij wegtransport en transport per schip. Tevens kunnen per transport meerdere wagons vervoerd worden. Ook voor het spoortransport gelden beperkingen voor de massa (< 20 ton per as en < 8.0 ton/m) en de afmetingen ($b \times h = \text{ca. } 3,1 \times 4,3$ m). Indien voor spoortransport gekozen wordt, is een spooraansluiting op de centrale faciliteit wenselijk. Indien de kerncentrales en de COVRA-faciliteit niet van een spooraansluiting zijn voorzien, zal dit gecombineerd worden met wegtransport.

Transport per schip

Voor het transport van het opwerkingsafval van de opwerkingsfabrieken in Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk naar de opslagfaciliteit is het mogelijk c.q. noodzakelijk om van een zeeschip gebruik te maken. Indien de COVRA-faciliteit niet over een (zee)haven beschikt, is aanvullend weg- of spoortransport noodzakelijk.

4. Transport van laag- en middelradioactief afval

Het transport van laag- en middelradioactief afval heeft betrekking op de volgende afvalcategorieën:

- bedrijfsafval afkomstig van kerncentrales, ziekenhuizen, onderzoeksinstellingen en industrie
- laag- en middelradioactief afval, dat ontstaat bij de opwerking van bestraalde splijtstofelementen
- laag- en middelradioactief afval, afkomstig van de ontmanteling van kerncentrales, onderzoeksinstellingen en -laboratoria.
- afval, afkomstig van de huidige interimopslagfaciliteit in Zijpe.

Voor het transport van dit afval komen wegtransport, spoortransport en transport per schip in aanmerking.

Voor het transport van het bedrijfsafval en het ontmantelingsafval in Nederland wordt in de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven B en C uitgegaan van vervoer over de weg. Transport over de weg heeft in dat geval de voorkeur boven andere transportmethoden, omdat

Omschrijving	Hoeveelheid afval per jaar (m ³)		Verpakking (inhoud in liter)	Aantal containers per jaar		Aantal transporten per jaar		Aantal transport- kilometers per jaar (beladen)	
	S1	S2		S1	S2	S1	S2	S1	S2
- kortlevend	90	90	100	1130	1130	8	8	1200	1200
- cellulose, katoenen, kunststof producten	385	585	100	4810	7310	32	49	4800	7350
- actieve kool	5	11	100	60	140	1	1	150	150
- alpha-houdende afvalstoffen	80	80	100	1000	1000	7	7	1050	1050
- onbrandbaar/ persbaar	10	20	100	130	250	1	2	150	300
- onbrandbaar/ onpersbaar	5	10	200	30	50	2	4	300	600
- kadavers	5	5	koelboxen	60	60	5	5	750	750
- org.vloeistoffen	25	25	60 in 100	1200	1200	8	8	1200	1200
- anorg.vloeistoffen	80	80	60 in 100	1400	1400	10	10	1500	1500
- vast slib kerncentr.									
. 200 l	90/155	300/440	200	450/780	1500/2200	15/ 26	50/ 74	2250/3900	7500/11100
. 1000 l	360/ 25	800/ 90	1000	360/ 30	800/ 90	45/ 4	100/ 12	6750/ 600	15000/ 1800
- ontmantelingsafval	225	450	1000	225	450	29	57	4350	8550
- opwerkingsafval									
. LAVA	100	278	660	150	418	6	17	6000	17000
. MAV	35	97	1200	29	81	2	6	2000	6000
Totaal bij opwerken	1495/1225	2832/2262				171/141	324/260	32450/27950	68150/58550
Totaal zonder opwerken	1360/1090	2457/1887				163/133	301/237	24450/19950	45150/35550
	(alt.A,C/alt.B)					(alt.A,C/alt.B)			

Tabel 1 Laag- en middelradioactief afval: Hoeveelheid afval, aantal transporten en transportkilometers per jaar van voor de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven

- spoorverbindingen bij de meeste producenten ontbreken,
- er sprake is van kleine ingezamelde hoeveelheden afvalstoffen per producent,
- het aantal producenten van deze afvalstoffen verspreid over geheel Nederland groot is.

Het bedrijfsafval wordt in het algemeen in 100-liter vaten bij de producent verpakt. Het onbrandbare en niet te persen afval wordt in 200-liter vaten aangeboden en getransporteerd.

Organische en anorganische vloeistoffen worden ingezameld in vaten van 60-liter, geplaatst in een 100-l vat.

De vorm en inhoud van de verpakking van ontmantelingsafval zijn nog niet vastgelegd.

In tabel 1 is uitgegaan van een container met een inhoud van 1000 liter.

In tegenstelling tot het voorgaande is voor het transport van het laag- en middelradioactief opwerkingsafval vanuit Frankrijk naar de centrale faciliteit in de voorgenomen activiteit en in de uitvoeringsalternatieven uitgegaan van spoortransport. Transport vanuit het Verenigd Koninkrijk geschiedt per schip, waarbij aanvullend weg- of spoortransport plaatsvindt.

Het transport van het afval van de huidige interim opslagfaciliteit naar de COVRA-faciliteit geschiedt over de weg.

Uitvoeringsalternatief C is voor wat betreft het transport van laag- en middelradioactief afval gelijk aan de voorgenomen activiteit.

Uitvoeringsalternatief B is eveneens gelijk aan de voorgenomen activiteit met uitzondering van het gebruik van een groter aantal 200 l vaten, welke in plaats van 1000 l containers voor vast gemaakt slib afkomstig uit de kerncentrales, zullen worden ingezet. Voor het transport worden retourneerbare transportverpakkingen gebruikt als extra afscherming en het voldoen aan de transporteisen.

Voor het transport van opwerkingsafval is het mogelijk om voor een groot gedeelte van het transport gebruik te maken van een zeeschip.

Indien nieuwe kerncentrales over een goede spoorverbinding beschikken, kan voor het transport van radioactief afval van deze centrales (bedrijfsafval en ontmantelingsafval) gebruik gemaakt worden van railtransport.

Ten behoeve van de bepaling van het jaarlijks aantal transporten en transportkilometers (beladen) voor de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven is uitgegaan van de volgende aantallen containers per wagenlading:

-	60 l	150 stuks
-	100 l	150 stuks
-	200 l	15 stuks
-	200 l (kerncentrales)	30 stuks
-	660 l (opwerking)	25 stuks
-	1000 l (B-containers)	8 stuks
-	1200 l (opwerking)	15 stuks
-	1500 l	5 stuks

In tabel 1 zijn het aantal transporten en het aantal transportkilometers per jaar gegeven. Bij de bepaling van de transportkilometers is uitgegaan van een gemiddelde transportafstand (beladen) in Nederland van 150 km en van de opwerkingsfabrieken naar de opslagfaciliteit van 1000 km.

In deze tabel zijn de transporten van laag- en middelradioactief afval van de huidige interimfaciliteit te Zijpe naar de opslagfaciliteit niet opgenomen.

In de huidige opslagfaciliteit is momenteel een hoeveelheid laag- en middelradioactief afval opgeslagen. In tabel 2 is een overzicht van deze hoeveelheid gegeven. In de komende periode tot het gereedkomen van de centrale faciliteit zal er radioactief afval geproduceerd en opgeslagen worden. In de tabel is een raming van deze hoeveelheid gegeven. Dit afval wordt van de interim opslagfaciliteit te Zijpe naar de centrale opslagfaciliteit overgebracht. In tabel 2 zijn het aantal transporten en het aantal transportkilometers per jaar hiervoor opgenomen.

Omschrijving	Aantal containers per 1.1.1985	Raming aantal containers per 1.1.1989	Aantal transporten		Aantal transport- kilometers per jaar
			totaal	per jaar	
Inhoud container in liter					
* 200	5.007	15.000	500	100	15.000
* 400	2	2	-	-	-
* 600	20	50	5	1	150
* 1.000	340	1.020	128	26	3.900
* 1.500	20	100	20	4	600
Totaal			645	131	19.650

Tabel 2 Transport laag- en middelradioactief afval van de huidige interim opslagfaciliteit naar de centrale opslag- en verwerkingsfaciliteit.

5. Transport van hoogradioactief afval

Het transport van hoogradioactief afval heeft betrekking op de volgende afvalcategorieën:

- hoogradioactief afval, dat koeling behoeft:
 - . bestraalde splijtstofelementen
 - . kernsplijtingsafval (KSA)
- hoogradioactief afval, dat geen koeling behoeft:
 - . HAVA ontstaan bij de opwerking van bestraalde splijtstofelementen
 - . hoogradioactief ontmantelingsafval
 - . bestralingsbronnen

Voor het transport van dit afval komen wegtransport, spoortransport en transport per schip in aanmerking.

Voor het transport van splijtstofelementen en opwerkingsafval vanuit Frankrijk wordt voor de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven uitgegaan van spoortransport. Transport vanuit het Verenigd Koninkrijk geschiedt per schip gecombineerd met weg- of spoortransport in Nederland.

Het transport van splijtstofelementen vanaf de KCD en de KCB geschiedt om technische en infrastructurele redenen over de weg.

Ontmantelingsafval en bestralingsbronnen worden voor de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven eveneens over de weg vervoerd.

Het transport van hoogradioactief afval geschiedt voor de uitvoeringsalternatieven op analoge wijze als voor de voorgenomen activiteit. Afhankelijk van de opslagmethode (zie bijlage 3.4) geschiedt het transport in transportcontainers (bij opslag in een vault of waterbassin) of in containers, die zowel voor opslag als voor transport geschikt zijn (containeropslag). Bij de toepassing van gecombineerde transport/opslagcontainers behoeven de elementen of cilinders niet in het waterbassin of de vault overgebracht te worden. Transport van splijtstofelementen vanuit KCD en KCB naar de centrale faciliteit vindt in alle gevallen plaats in transportcontainers, waarbij de splijtstofelementen van de transportcontainers in opslagboxen c.q. containers, voor opslag in resp. het waterbassin of in de vault overgebracht dienen te worden.

Voor het transport van splijtstofelementen en het opwerkingsafval van de opwerkingsfabrieken naar de centrale faciliteit kan voor een groot gedeelte gebruik gemaakt worden van vervoer met een zeeschip.

Uitgangspunt voor de bepaling van het jaarlijkse aantal transporten en transportkilometers zijn de volgende aantallen splijtstofelementen, KSA-cilinders, HAVA-cilinders en m³ ontmantelingsafval per container of wagenlading:

- splijtstofelementen	
. KCD	20 elementen
. KCB en nieuwe centrales	12 elementen
- kernsplijtingsafval	10 KSA-cilinders
- warmteproducerend HAVA ontstaan bij opwerking	2 stuks
- niet-warmteproducerend HAVA ontstaan bij opwerking	10 stuks
- hoogradioactief ontmantelingsafval	10 m ³

Er is van uitgegaan dat de niet opgewerkte splijtstofelementen van de KCD en de KCB afkomstig zijn van de opwerkingsfabrieken alwaar ze in dat geval niet opgewerkt zijn. De splijtstofelementen van de nieuwe kerncentrales worden direct van de centrales naar de centrale opslag-faciliteit worden vervoerd.

Bij de bepaling van de transportkilometers is uitgegaan van een gemiddelde transportafstand (beladen) in Nederland van 150 km en van de opwerkingsfabrieken naar de centrale opslag- en verwerkingsfaciliteit van 1000 km.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van het aantal transporten en de transportkilometers per jaar voor de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven.

6. Overzicht transport van radioactief afval

Bij het transport van radioactief afval wordt onderscheid gemaakt tussen:

Omschrijving	Hoeveel afval per jaar (cilinders, containers, elementen)				Aantal transporten per jaar				Aantal transportkilometers per jaar (beladen)			
	opwerken		niet opwerken		opwerken		niet opwerken		opwerken		niet opwerken	
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Dodelwaard												
- KSA	5	5	0	0	1	1	0	0	1000	1000	0	0
- HAVA (warmteproducerend)	3	3	0	0	2	2	0	0	2000	2000	0	0
- HAVA (overig)	17	17	0	0	2	2	0	0	2000	2000	0	0
- splijtstofelementen	0	0	109	109	0	0	6	6	0	0	6000	6000
Borssele												
- KSA	17	17	0	0	2	2	0	0	2000	2000	0	0
- HAVA (warmteproducerend)	11	11	0	0	6	6	0	0	6000	6000	0	0
- HAVA (overig)	56	56	0	0	6	6	0	0	6000	6000	0	0
- splijtstofelementen	0	0	105	105	0	0	9	9	0	0	9000	9000
Nieuwe kerncentrales												
- KSA	-	39	-	0	-	4	-	0	-	4000	-	0
- HAVA (warmteproducerend)	-	26	-	0	-	13	-	0	-	13000	-	0
- HAVA (overig)	-	129	-	0	-	13	-	0	-	13000	-	0
- splijtstofelementen	-	0	-	120	-	0	-	10	-	0	-	1500
Ontmantelingsafval (m ³)	100	100	100	100	10	10	10	10	1500	1500	1500	1500
Bestralingsbronnen (m ³)	1	1	1	1	2	2	2	2	300	300	300	300
Totaal					31	61	27	37	20800	50800	16800	18300

Tabel 3 Hoogradioactief afval: Hoeveelheid afval, aantal transporten en transportkilometers per jaar voor de
voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven

- het transport van laag- en middelradioactief afval van de huidige interim opslagfaciliteit te Zijpe naar de toekomstige centrale opslag- en verwerkingsfaciliteit
- het transport van laag- en middelradioactief afval
- het transport van hoogradioactief afval

In tabel 4 is een overzicht van het totale aantal transporten en transportkilometers per jaar voor deze afvalcategorieën gegeven voor de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven. Alternatief C is gelijk aan de voorgenomen activiteit en alternatief B wijkt alleen voor de categorie laag- en middelradioactief afval (vast gemaakt slib van kerncentrales) af van de voorgenomen activiteit. Het totaal aantal transporten per jaar varieert van ca. 300 voor scenario 1 tot ca. 520 voor scenario 2. Het aantal transportkilometers varieert van ca. 60.000 km voor scenario 1 tot ca. 140.000 km per jaar voor scenario 2.

Omschrijving	Scenario 1 KCD, KCB en overige producenten		Scenario 2 KCD, KCB en overige producenten + 2000 MWe	
	opwerken	niet opwerken	opwerken	niet opwerken
Transport van de huidige naar de centrale faciliteit - aantal transporten/j - aantal transportkilometers/j	130 20000	130 20000	130 20000	130 20000
Laag- en middelradioactief afval - aantal transporten/j - aantal transportkilometers/j	170/140 32000/28000	160/130 24000/20000	325/260 68000/59000	300/240 45000/36000
Hoogradioactief afval - aantal transporten/j - aantal transportkilometers/j	30 20000	30 17000	60 50000	40 18000
Totaal - aantal transporten/j - aantal transportkilometers/j	330/300 72000/68000 (alt.A,C/alt.B)	320/290 61000/56000	515/450 138000/128000 (alt.A,C/alt.B)	470/405 83000/73000

Tabel 4 Overzicht aantal transporten en transportkilometers per jaar voor de voorgenoemde activiteit en de uitvoeringsalternatieven

7. Referenties

1. "Regulations for the safe transport of radioactive materials",
IAEA-Safety series no. 6
2. Besluit "Vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen"
Kernenergiewet
3. Reglement voor het vervoer over de spoorweg van gevaarlijke
goederen, bijlage I bij het Algemeen Reglement Vervoer (Stb. 1966,
556)
4. Bepalingen betreffende het vervoer over land van gevaarlijke
stoffen.
Bepalingen betreffende het vervoer over de binnenwateren van
gevaarlijke stoffen.
Bijlage I en II bij het Reglement Gevaarlijke Stoffen
(Stb. 1968, 207)

Verwerken en verpakken van laag- en middelradioactief afval

1. Gescheiden inzameling en opslag
2. Verwerkingsmethoden
3. Vergelijking verwerkingsmethoden
4. Verpakkingsmethoden
5. Vergelijking fixeringsmaterialen
6. Referenties

In deze bijlage worden verwerkings- en verpakkingsmethoden besproken, die reeds toegepast worden of in een vergevorderd stadium van ontwikkeling zijn en in de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven worden beschouwd. Tevens worden de beschreven methoden op belangrijke karakteristieken met elkaar vergeleken.

De methoden zijn van toepassing voor het laag- en middelradioactief bedrijfsafval afkomstig van de kerncentrales, onderzoeksinstellingen, ziekenhuizen en industrie.

Ontmantelingsafval kan overeenkomstig de beschreven principes verwerkt en verpakt worden.

Opwerkingsafval en splijtstofelementen worden niet door COVRA verwerkt en verpakt. De hiervoor toegepaste methoden worden in deze bijlage niet omschreven.

Het radioactieve afval wordt verwerkt en verpakt, teneinde

- de stralingsbelasting en risico's voor mens en omgeving beperkt te houden
- de gewenste houdbaarheid te verkrijgen voor de beoogde opslagperiode
- het afval hanteerbaar te maken voor opslag en transport.

Beperking van het volume van de hoeveelheid radioactief afval in opslag speelt tevens een belangrijke rol om het benodigde bouwvolume te beperken.

1. Gescheiden inzameling en opslag

Bij de keuze van de verwerkingsmethode wordt rekening gehouden met de eigenschap van radioactief afval, dat de radioactiviteit met de tijd afneemt. Afval dat uitsluitend betrekkelijk kortlevende radionucliden bevat kan na een tijdelijke opslagperiode als niet-radioactief (conventioneel) afval afgevoerd worden. Dit is mogelijk wanneer zodanig radioactief verval heeft plaatsgevonden dat de specifieke activiteit afgenomen is tot de wettelijke grens beneden welke de stoffen als niet radioactief beschouwd worden. Deze wettelijke grens is 74 Bq/g.

Voor een doelmatige verwerking verdient het aanbeveling het eenmaal geproduceerde afval volgens een bepaalde groepsindeling vanaf de bron gescheiden te houden. Tevens dient bij iedere verdere verwerking zoveel mogelijk voorkomen te worden dat niet-radioactief afval onnodig besmet raakt of dat er materiaal (b.v. verpakkingsmateriaal) aan het oorspronkelijke volume toegevoegd wordt.

De eerste zinvolle groep die gescheiden kan worden ingezameld is het afval dat uitsluitend kortlevende radionucliden bevat met een relatief lage radioactiviteit. Dit afval kan na voldoende radioactief verval als conventioneel afval worden afgevoerd.

Een periode van ca. twee jaar wordt in de praktijk toegepast. Veelal wordt de praktische grens voor de halveringstijd van deze categorie gesteld op 61 dagen. Tijdelijke opslag kan zowel geschieden bij COVRA als bij de producent.

Bij COVRA wordt het aangeleverde bedrijfsafval in afwachting van verwerking en verpakking gegroepeerd volgens de onderstaande door het ministerie van VROM opgestelde, groepsindeling.

Groep A: alfahoudend afval van ziekenhuizen, industrie en onderzoeksinstellingen

Groep B: beta/gamma houdend afval van de kerncentrales

Groep C: beta/gamma houdend afval van ziekenhuizen, industrie en onderzoeksinstellingen met halveringstijd < 15 jaar

Groep D: beta/gamma houdend afval van ziekenhuizen, industrie en onderzoeksinstellingen met halveringstijd > 15 jaar

2. Verwerkingsmethoden

De belangrijkste verwerkingsmethoden voor het bedrijfsafval, die in aanmerking komen voor het merendeel van het afval, dat aan COVRA wordt aangeboden, zijn: verbranden, persen en zuurverteren.

Deze methoden kunnen al of niet voorafgegaan worden door voorberekingen, zoals verkleinen en decontamineren. De noodzaak van voorbereken wordt van geval tot geval beoordeeld, teneinde het aantal handelingen en hiermede de stralingsdoses van het personeel te beperken.

Voor vloeibaar anorganisch afval (waterige oplossingen) komen indampen, ionenwisselen en precipiteren als methoden in aanmerking.

Verkleinen

Een deel van het aangeboden afval (meestal metaal) moet verkleind worden om het voor verdere verwerking geschikt te maken.

Enkele van de technieken die hiervoor ter beschikking staan, zijn zagen, knippen, gutsen en persen.

Bij voorkeur wordt die techniek gekozen, die zo weinig mogelijk secundair afval produceert. Mechanische bewerkingen hebben daarom de voorkeur boven gutsen; een methode waarbij het materiaal in stukken wordt gesneden door het plaatselijk met een elektrische vlamboog te smelten waarbij de gesmolten deeltjes met een luchtstraal worden weggespoten. Hoewel bij gutsen de uiterste zorg wordt besteed aan het opvangen van gesmolten materiaal en afzuigen van de gassen, is een zekere verspreiding binnen de werkruimte niet te voorkomen. Om dezelfde reden heeft knippen de voorkeur boven zagen, omdat er geen kleine spanen bij ontstaan, die oorzaak van verspreiding van radioactiviteit kunnen zijn.

Het verkleinen wordt, in verband met de mogelijke verspreiding van materiaal, in een gecontroleerde ruimte door bedrijfspersoneel in drukpak of met behulp van handschoenkasten uitgevoerd. Het verkleinde materiaal kan afhankelijk van de aard verder worden behandeld of direct worden verpakt.

Decontamineren

Decontamineren (ontsmetten) van voorwerpen kan gedefinieerd worden als het verwijderen van aangehechte radioactieve besmetting van materialen, waardoor deze opnieuw kunnen worden gebruikt of als niet radioactief afval kunnen worden afgevoerd. Hierbij ontstaat een secundaire radioactieve afvalstroom, waarin de radioactiviteit wordt geconcentreerd. Deze stroom ondergaat een verdere verwerking.

Enerzijds worden waardevolle gereedschappen en materialen op deze manier voor hergebruik geschikt gemaakt, en anderzijds wordt het volume van de radioactieve afvalstroom beperkt.

Er bestaat een aantal technieken om voorwerpen te decontamineren, waarvan de belangrijkste zijn:

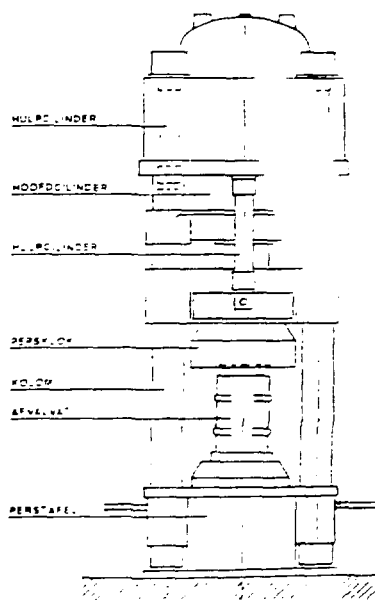
- Wassen van het voorwerp in baden gevuld met chemicaliën, waardoor de besmetting wordt losgeweekt. De chemische werking van het bad wordt ondersteund door de vloeistof langs het voorwerp te laten stromen. Dit kan gebeuren door het voorwerp in het bad heen en weer te bewegen of door de vloeistof via ultrasone methoden in trilling te brengen.
- Glasstralen. Hierbij wordt een mengsel van water en kleine glasdeeltjes met grote kracht op het te reinigen voorwerp gespoten. Op die manier kan de gecontamineerde laag worden verwijderd. Glas en water worden na verloop van tijd gescheiden en verwerkt.
- Electrolytisch polijsten. Bij deze methode wordt het oppervlakte-laagje van voorwerpen langs electro-chemische weg verwijderd.

Decontamineren door middel van smelten is een techniek, welke de laatste jaren meer in de belangstelling komt. Bij dit smeltproces worden slakvormers aan de smelt toegevoegd om de radioactiviteit in de slak te concentreren en de rest-radioactiviteit homogeen in de smelt te verdelen. Het doel is het gedecontamineerde metaal opnieuw te gebruiken. Een zeer klein gedeelte (ca. 1-2%) radioactief afval blijft over in de vorm van slak. In Nederland zelf wordt deze techniek nog niet beproefd. Voorlopig zal COVRA gebruik maken van mogelijkheden in het buitenland.

Persen

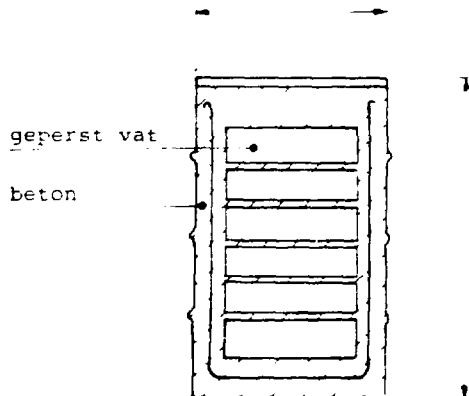
Door persen wordt de dichtheid van het radioactieve afval verhoogt door volumeverkleining. Het overgrote deel van het aangeboden volume aan bedrijfsafval kan in een persinstallatie verwerkt worden. Deze techniek wordt reeds vele jaren op grote schaal toegepast. In 1978 is bij het ECN te Petten de kleine pers van 100 ton aangevuld met een geautomatiseerde 1500 tons pers van Nederlands fabrikaat (zie figuur 1).

De pers functioneert goed en is geschikt voor het persen van vrijwel alle voorwerpen met uitzondering van metalen delen met een wanddikte van groter dan circa 1 cm. Een bijkomend voordeel van deze hogedruk pers is, dat eventueel nog aanwezig vocht in het afval voor het grootste deel wordt verwijderd en er geen secundaire afvalstroom ontstaat.



Figuur 1 Hydraulische pers (ref. 4)

Bij het persen worden de aangeleverde 100 l vaten met afval, zonder deze te openen, samengeperst tot platte schijven. De 100 l vaten zijn nodig om de samengeperste vorm te handhaven en moeten als verloren worden beschouwd. Enige samengeperste schijven worden vervolgens verpakt in een 200 liter vat en omgeven door een laag beton van minimaal 4 cm dikte (zie figuur 2). Deze alzijdige betonnen mantel fixeert de schijven in het vat, sluit het afval van de omgeving af en levert een bijdrage aan de afscherming tegen ioniserende straling en aan de houdbaarheid.



Figuur 2 Geperste vaten in een 200-liter vat

De pers is geplaatst in een cabine, welke op onderdruk wordt gehouden. Eventueel vrijkomende radioactieve stoffen worden in de (droge) filters van het afzuigstelsel gevangen.

De gemiddelde volumereductiefactor van persen bedraagt 4 á 5. De volumetoenamefactor door verpakking in de 200 liter vaten is 1,8. Hierdoor is de uiteindelijke volume reductie, die bereikt wordt een factor 2 á 2,5.

Verbranden

Voor het verbranden van radioactief afval zijn in de wereld meer dan 60 ovens in gebruik en of worden hiertoe beproefd. In Nederland wordt nog geen radioactief afval verbrand. Wel heeft de KEMA een oven ontworpen voor het verbranden van radioactief afval. Momenteel wordt een installatie op basis van dit ontwerp bij de kerncentrale Dodewaard geïnstalleerd voor verbranding van een deel van het bedrijfsafval. Verbranding levert een zeer grote volumereductie, een chemisch inert product en is geschikt voor vrijwel het complete aanbod aan afval. De grote volumereductie wordt bereikt, doordat een groot deel van het overwegend organische materiaal in het aangeleverde afval via verbranding wordt omgezet in kooldioxyde en waterdamp. Deze, alsmede de overige rookgassen, worden via de schoorsteen en na controle op radioactiviteit aan de omgeving vrijgegeven.

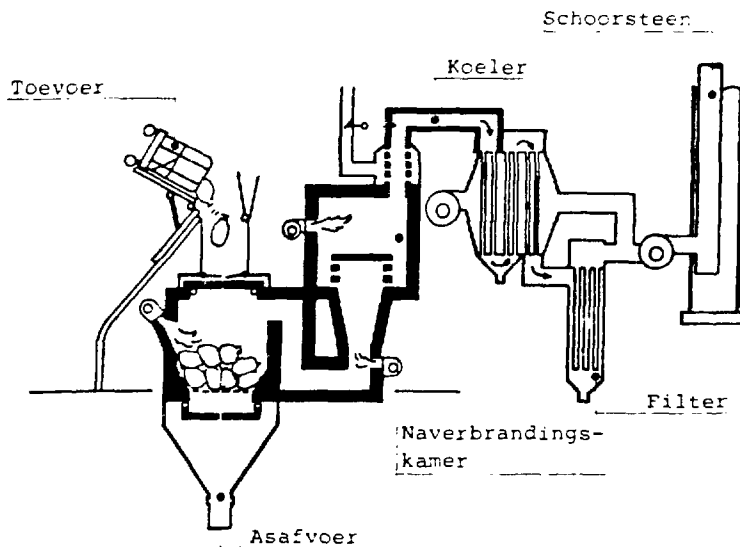
Door een goede uitvoering van het gasreinigingssysteem van de verbrandingsinstallatie wordt de samenstelling van de rookgassen binnen de voorgeschreven bedrijfslimieten gehouden. Als radioactief afval blijven asresten over. Verder ontstaat er tijdens bedrijf secundair afval, dat bestaat uit filters van het gasreinigingssysteem en onderhoudsmateriaal.

De bereikbare volumereductie door verbranding van vast radioactief afval is sterk afhankelijk van de dichtheid van het aangeboden afval, de fractie onbrandbaar materiaal en de dichtheid van het verpakte product. Voor niet voorgesorteerd afval kan een volumereductiefactor van 20 tot 30 worden bereikt. De secundaire afvalstroom is daarbij in rekening gebracht.

Er bestaat een grote verscheidenheid in typen verbrandingsinstallaties, van betrekkelijk eenvoudig tot zeer complex. Verbrandingsinstallaties kunnen worden onderscheiden naar:

- verbrandingstemperatuur:
 - . hoge temperatuur (smelt) ovens (1300-1600°C) en
 - . lage temperatuur ovens (800-1000°C)
- aantal verbrandingszones en toevoer van verbrandingslucht:
 - . eentrapsverbrandingsovens met luchtvermaat en
 - . tweetrapsverbrandingsovens met een pyrolysetrap, waar het afval thermisch wordt gekraakt, gevolgd door een naverbranding met luchtvermaat.
- methode van warmtetoevoer voor het geval de verbrandingswarmte van het afval onvoldoende is:
 - . met fossiele brandstof bijgestookte ovens en
 - . elektrisch verwarmde ovens
- naar type te verwerken afval:
 - . geschikt voor slechts een bepaald type afval, zoals ionenwisselaarharsen, vloeibaar afval of
 - . geschikt voor vrijwel alle materialen in het bedrijfsafval

In een hoge temperatuuroven vindt naast verbranding tevens versmelting van onbrandbaar materiaal plaats. Hierdoor ontstaat een basaltachtige slak. Om de gewenste slakeigenschappen te verkrijgen worden er hoge eisen gesteld aan de verhouding en menging van brandbaar en onbrandbaar materiaal, hetgeen een zorgvuldige voorsortering vereist. Voor volledige verbranding is de hogere temperatuur niet noodzakelijk. Ook bij lage temperatuur treedt, bij voldoende verblijftijd en menging, volledige verbranding van het brandbare materiaal op. Een grote verblijftijd wordt bereikt in tweetrapsovens, welke onderverdeeld zijn in een pyrolysezone en een naverbrandingszone met luchtovermaat. In de eerste zone worden de brandbare producten gekraakt om vervolgens in de tweede zone volledig te worden verbrand (zie figuur 3).



Figuur 3 Verbrandingsinstallatie van Studsvik in Zweden (ref. 2)

Lage temperatuurovens stellen minder eisen aan het te verwerken radioactief afval. De gevoeligheid voor de aanwezigheid van onbrandbaar materiaal in het afval is gering. Een gehalte van 20 gewicht % is toelaatbaar. Voor een goede verbranding moet voorgeperst materiaal worden losgemaakt.

Bij tweetrapsovens (met een pyrolysezone) is het loshalen van voorgeperst materiaal niet noodzakelijk, omdat de ingevoerde pakketten betrekkelijk lang in de pyrolysezone blijven en door pyrolyse uiteenvallen, zodat ze in de verbrandingszone volledig verbranden.

De rookgasreiniging vormt een essentieel onderdeel van de verbrandingsinstallatie. De toegepaste systemen zijn betrekkelijk onafhankelijk van het type oven en zijn in principe onder te verdelen in droge en natte systemen.

Voorbeelden zijn:

- | | |
|----------------------|--------------------|
| - droge systemen | - natte systemen |
| . keramische filters | . gepakte kolommen |
| . cyclonen | . scrubbers |
| . doekfilters | |
| . electrofilters | |
| . metaalgaasfilters | |
| . absoluutfilters | |

In droge systemen worden alleen stofdeeltjes afgevangen, terwijl in natte systemen zowel stofdeeltjes als gasvormige (vluchtige) verontreinigingen kunnen worden weggevangen. Een nadeel van natte systemen is, dat er een secundaire stroom verontreinigd water ontstaat die weer moet worden behandeld.

Organische vloeistoffen en kadavers worden meestal in speciaal hiervoor ontworpen installaties verbrand, welke voorzien zijn van een nat rookgasreinigingssysteem (ref. 6).

Zuurverteren

Evenals verbranden is zuurverteren (ook wel nat verbranden genoemd) een proces waarbij organisch afval wordt geoxydeerd in kooldioxyde en water. Dit gebeurt in een gemengde oplossing van geconcentreerd zwavel- en salpeterzuur bij een temperatuur van circa 250°C. In principe kunnen met zuurverteren dezelfde afvalsoorten als met verbranden verwerkt worden. De te behalen volumereductie is vergelijkbaar met die voor verbranding.

Zuurverteren werd ontwikkeld als alternatieve methode voor de verwerking van chloorhoudend afval.

Vanwege het agressieve karakter van de zuren in de installatie worden hoge eisen gesteld aan de materialen van het reactievat en de gasreiniging. Voor een goed contact tussen het afval en de zuren is dosering van het afval in kleine brokstukken noodzakelijk. Hiervoor is voorsortering en een versnipperaar noodzakelijk.

3. Vergelijking verwerkingsmethoden

De toepasbaarheid van de belangrijkste verwerkingsmethoden verbranden, persen en zuurverteren zijn voor de verschillende typen afval in tabel 1 overzichtelijk weergegeven. Verbranden en zuurverteren blijken voor de meeste typen afval mogelijk te zijn.

In tabel 2 is een vergelijkend overzicht gemaakt van verbranden, persen en zuurverteren. Alleen die relevante aspecten zijn meegenomen, waarbij tussen de methoden aanwijsbare verschillen optreden, zoals:

- voorbehandeling, welke vaak handmatig uitgevoerd dient te worden
- eenvoud, bedieningsgemak en personeelsbehoefte van de methode
- de secundaire afvalstromen
- de aard en verpakking van de residuen en
- de bedrijfsmatige ervaring met de beschouwde methoden.

Persen is een relatief eenvoudige en personeelsvriendelijke methode. De uiteindelijke volumereductie is kleiner dan bij zuurverteren en verbranden (ca. 2,5 tegenover ca. 30). Persen is niet toepasbaar voor vloeistoffen en kadavers.

Zuurverteren heeft een aantal kenmerkende nadelen, zoals:

- een uitgebreide voorbehandeling van de afvalstoffen
- een geringe verwerkingscapaciteit per eenheid (1 à 5 kg/h)
- een geringe bedrijfsmatige ervaring voor deze afvalstoffen
- een laag bedieningsgemak

Dientengevolge komt zuurverteren vrijwel niet in aanmerking voor verwerking van laag- en middelradioactief afval.

Verwerkmethode Typen afval	Verbranden	Persen	Zuurverteren	Overige
1. Vast - Kunststof, katoen, cellulose, e.d. . kortlevend . alfa-houdend . overig - Actieve kool - Onbrandbaar/persbaar - Onbrandbaar onpersbaar	 + + + +	 + + 0 +	 + + + +	 afvoer na radioactief verval puin, zand, pijpmateriaal, draad deels decontamineren,
2. Vloeibaar - Organisch . scintillatievloeistoffen . olie, smeermiddelen - Anorganisch . afvalwater . decontaminatie opl.	 + +	 - - - -	 + + - -	 indampen, ionenwisseling en precipiteren; voor verwerking zie organisch en anorganisch afval (sub.3)
3. Overige - Kadavers - Organisch, barse - Anorganisch, slib, bezinksel	 + -	 - - -	 0 + -	 drogen drogen

+ geschikt 0 mogelijk - niet geschikt

Tabel 1 Overzicht toepasbaarheid verwerkingsmethoden laag- en middelradioactief afval

4. Verpakkingsmethoden

Verpakken van radioactief afval heeft als doel:

- het verkrijgen van een barriere tegen het vrijkomen van radionucliden in de biosfeer
- het beperken van de stralingsbelasting van mens en omgeving en
- het mogelijk maken van transport en opslag.

De vorming van de barriere kan gerealiseerd worden door:

- het fixeren van het verwerkte materiaal met een bindmiddel tot een vaste massa en
- het verpakken in goed afsluitbare containers.

De individuele verpakking dient tevens als afscherming. Verpakkingen, welke alleen voor afscherming tijdens transport dienen, kunnen meermalen bruikbaar zijn.

De fixatie kan tot stand gebracht worden:

- binnen een container (b.v. 200 l drum)
- als korrelvormige product of
- in de vorm van b.v. blokken of stenen.

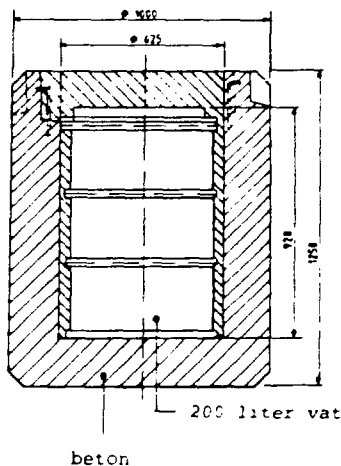
Gefixeerde eenheden welke klein van afmeting zijn, verhogen de flexibiliteit in de keuze van de verwijdering na de beoogde opslagperiode en zijn daardoor te verkiezen boven eenheden met grote afmetingen. Kleine eenheden zijn bovendien beter meetbaar op rest-radioactiviteit.

Filterslib, ionenwisselaarharsen en verdamperconcentraten, afkomstig van het bedrijf van de kerncentrales, worden bij de centrales zelf gefixeerd in 200-l.

Vaten met een te hoog stralingsniveau voor transport worden vervolgens gefixeerd vaten met beton in 1000 l containers (zie figuur 4).

Verwerkingsmethode Aspect	Verbranden	Persen	Zuurverteren	Opmerkingen
1. Voorbehandeling - Uitpakken - Scheiden - Verkleinen	ja ja/nee ^{a)} soms ^{a)}	nee nee nee	ja ja sterk	(a) afhankelijk van type oven
2. Procesinstallatie - Eenvoud proces ^{b)} - Eenvoud installatie ^{b)} - Personeelsbehoefte - Storingsgevoeligheid ^{c)} - Start/stop periode - Personeelsvriendelijkheid	0 0 matig ja lang matig	+ + weinig nee kort goed	- - veel ja lang slecht	(b) + eenvoudig 0 minder eenvoudig - complex (c) mate van storingsgevoeligheid is sterk afhankelijk van uitvoering installatie
3. Afvalstromen - Afgas - Afvalwater - Vast residu - Secundair afval	ja ja/nee ^{d)} ja ja ^{f)}	nee nee ja ja ^{e)}	ja ja ja ja ^{e)}	(d) afhankelijk reinigingssysteem (nat of droog) (e) alleen t.g.v. perscabine decontaminatie (f) o.a. filters in het afgassysteem
4. Residu - Aard . vorm . chemisch inert . microbiologisch inert - Verpakken . niet fixeren ^{g)} . wel fixeren - Volumereductie ⁱ⁾ . voor fixeren . na fixeren in cement	droog ja ja ja ja ja 60 30	droog ja nee ja ja ja 4 2	nat nee ja ja ^{h)} ja ja 90 ^{j)} 50	(g) opslag residu in container (h) indien gedroogd (i) gemiddelde factor t.o.v. aangevoerd volume; factor is sterk afhankelijk van de afvalsamenstelling. (j) door voorsortering en droging van residu
5. Bedrijfsmatige ervaring in jaren	20-30 ^{k)}	5-20 ^{m)}	0-5 ^{l)}	(k) afhankelijk type afval (l) alleen voor opwerkingsafval en slechts op experimentele schaal (m) 5 jaar met de hoge drukpers

Tabel 2 Overzicht van de relevante aspecten van de verwerkingsmethoden voor laag- en middelradioactief afval



Figuur 4 200-liter vat gefixeerd in een 1000-liter container

Als alternatief is uitgegaan van een tijdelijke transportcontainer, die meerdere malen gebruikt kan worden, voor het transport van één of meer 200-l vaten. Handelingen met deze vaten vergen afstandsbediening en afscherming in de opslagconstructie. Een uitvoeringsvorm waarbij 12 vaten van 200-l in één container worden verpakt, welke bestemd is voor transport en opslag, is beschreven in ref. 6.

Fixeringsmaterialen die kunnen worden toegepast zijn:

- cement/beton
- bitumen (asfalt)
- polymeren (kunststoffen).

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de toepasbaarheid van de fixeringsmaterialen voor de verschillende typen afval.

Voor een aantal aspecten is voor sommige materialen maar beperkte informatie beschikbaar, vanwege incidentele toepassing. De fixering wordt aanzienlijk beter, indien chemische binding optreedt tussen afvalstof en fixeringsmateriaal. Het kan soms noodzakelijk zijn na fixering, verdere verpakking toe te passen, bijvoorbeeld vanwege de noodzakelijke stralingsafscherming. Cement/beton blijkt voor de meeste typen afval geschikt te zijn.

Fixeringsmateriaal Typen afval	cement beton	bitumen asfalt	Polymeren, Kunststoffen			Opmerkingen
			poly- etheen	ureum- formal- dehyde	polyester epoxy- harsen	
1. Vast - Kunststof, katoen, cellulose, e.d. . kortlevend a) . geperst alfa-houdend . geperst overig afval - Actieve kool - Onbrandbaar/persbaar - Onbrandbaar/onpersbaar	n.v.t. + + + + +	n.v.t. - b) - b) - + +	n.v.t. - b) - b) - + +	n.v.t. 0 0 0 + +	n.v.t. - - - + +	(a) verpakken zonder fixeren (b) niet toepasbaar vanwege temperatuurgevoeligheid van het afval
2. Vloeibaar - Organisch . scintillatievloeistoffen . olie, smeermiddelen - Anorganisch c) . afvalwater . decontaminatie opl.	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	(c) wordt voor het verpakken eerst verwerkt; voor residu zie sub 3
3. Overige - Kadavers d) - Organisch, harsen, e.d. - Anorganisch, slib, bezinksels, concentraten	+ + zie 4.	- + zie 4.	- + zie 4.	0 - zie 4.	- + zie 4	(d) mogelijk invriezen eveneens
4. Verbindingen - boraten - sulfaten - nitraten - fosfaten - carbonaten - detergenten - complexvormers	+ e) + e) + + + - -	+ 0 0 + + - -	? ? ? ? ? ? ?	+ 0 0 ? - - -	+ + + + + ? +	(e) bij toepassing van hoogwaardige cementsoorten en zorgvuldige samenstelling

+ geschikt 0 mogelijk - niet geschikt ? geen gegevens beschikbaar

Tabel 3 Overzicht toepasbaarheid fixeringsmaterialen voor laag- en middelradioactief afval

5. Vergelijking fixeringsmaterialen

In tabel 4 worden de relevante aspecten van de fixeringsmaterialen vergeleken. Alleen die aspecten zijn meegenomen, waarbij tussen de materialen aanwijsbare verschillen optreden, zoals

- eenvoud en ervaring
- mechanische, fysische en chemische eigenschappen
- volume toename.

Cement heeft als voordeel dat het zowel in Nederland als in andere landen de meest toegepaste en beproefde techniek is. Bovendien zijn bij het cementeringsproces brand- en explosiegevaar uitgesloten. De methode is eenvoudig en goedkoop en de verwerking is bij kamertemperatuur uit te voeren.

Een nadeel van cement is, dat de massa- en volumetoename van het eindproduct ten opzichte van het oorspronkelijke afval groter is dan bij bitumen of polymeren en dat bepaalde typen afval (b.v. boorverbindingen, zuren en agressieve zouten) een chemische voorbehandeling vereisen.

Bitumen kan zowel voor slib als vast afval, waaronder geperste vaten, as en granulaten worden toegepast. Aan het gebruik van bitumen zijn twee belangrijke nadelen verbonden, namelijk de brandbaarheid van dit materiaal en het feit dat de installatie op temperatuur (minimaal ca. 90°C) moet worden gehouden.

Thermohardende kunststoffen (b.v. polyester- en epoxyharsen) zijn materialen met uitstekende ontwikkelingsmogelijkheden en worden elders beproefd voor b.v. ionenwisselaarharsen.

Glas komt voor matrixfixering van bepaalde typen afval (b.v. verbrandingsresten) in aanmerking.

Aspect	Fixeringsmateriaal		Polymeren kunststoffen			Opmerkingen
	cement beton	bitumen asfalt	poly- etheen	acrum- formal- dehyde	polyester epoxy- harsen	
1. Proces - Technische eenvoud - Systeemetgeving in jaren	+ 25 a)	- 10 b)	- 10 b)	+ 5 b)	0 -	(a) op grote schaal (b) incidenteel
2. Eigenschappen materiaal - Mechanische - Fysische . thermische stabiliteit . radiolog. stabiliteit . afschermend vermogen . uitloogweerstand - Chemische . weerstand tegen aantasting van buiten . bescherming ingekapseld staal	+ + + + 0 + +	0 - + 0 + 0 0 0	0 - + 0 + 0 0	- 0 + - + - -	+ + + + + + 0	
3. Volume toename c) - Voor slibstoffen d) - Voor vast afval	 2 2	 <0,5 2	 0,5-1 2	 1-2 2	 1-2 2	(c) factor t.o.v. oorspronkelijk volume (d) slib wordt gedroogd voor fixering

+ goed - matig 0 slecht

Tabel 4 Overzicht relevante aspecten van fixering van laag- en middelradioactief afval

6. Referenties

1. Behandelingsmethoden voor laag- en middelradioactief afval
ECN-NUCON rapport 44745-002-793; januari 1984
2. Incineration of radioactive waste, Proceedings of a seminar by the
CEC and KEMA, EUR 9621, Brussels and Luxembourg, 1985
3. Radioactief afval in Nederland, Symposium KIVI-Kerntechniek;
oktober 1984
4. De toepassing van een verbrandingsoven bij de verwerking van laag-
en middelradioactief vast afval,
Gezondheidsraad, no. 19 82/5
5. Verbrandingsovens voor laag- en middelradioactief afval,
Ministerie van VROM, rapport nr. 3, maart 1985
6. Nirex defines plans for the packaging and transport of radioactive
waste,
'Atom' 344, June 1985

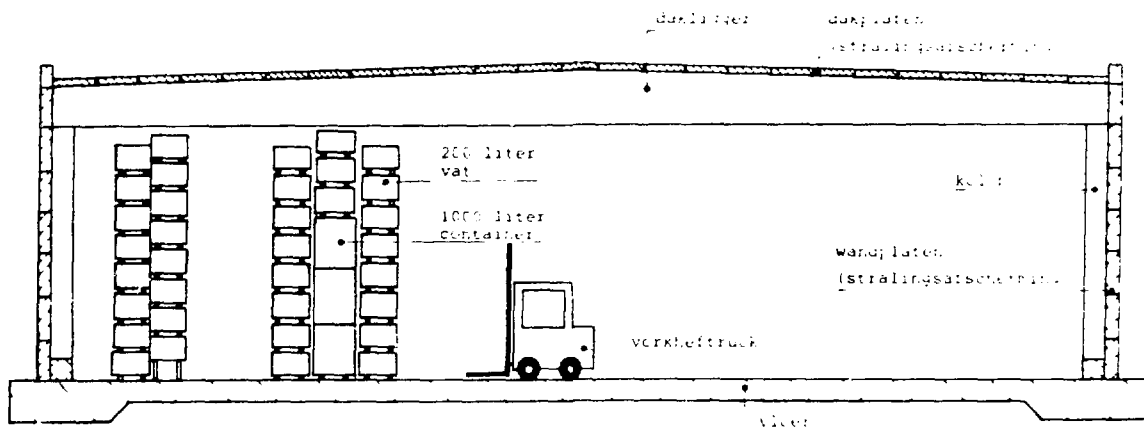
Opslagmethoden

1. Beschrijving opslagmethoden
2. Vergelijking opslagmethoden
3. Bouwvolume en terreinbeslag
4. Referenties

1. Beschrijving opslagmethoden

Laag- en middelradioactief afval

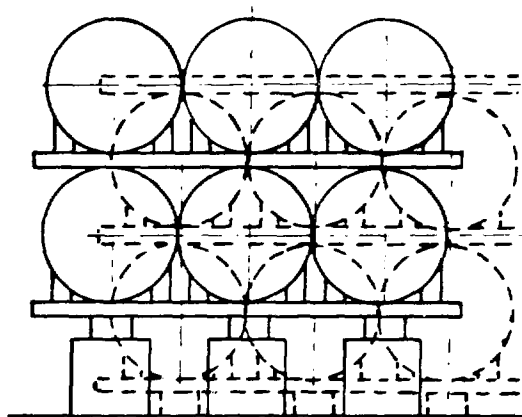
Laag- en middelradioactief afval wordt in Nederland sinds 1984 opgeslagen in een relatief eenvoudige industriële langshal (ref. 1). Dit opslaggebouw is uitgevoerd in geprefabriceerd beton en bestaat uit een gewapend betonvloer, kolommen, dakliggers, wand- en dakplaten (fig. 1). Het opslaggebouw is verdeeld in een ontvangstruimte en een opslagruimte. Ter beperking van de stralingsdoses van het personeel zijn deze gescheiden door een betonwand en een toegangsdeur. In het ontvangstgedeelte worden de vrachtauto's met 200-liter vaten verpakt radioactief afval met behulp van een vorkheftruck gelost. De vaten worden op pallets geplaatst en door de vorkheftruck in de opslagruimte opgestapeld. Ten behoeve van inspectie en de hantering van de vaten zijn tussen de rijen met pallets rijpaden aanwezig. De 1000 en 1500 liter containers afkomstig van de kerncentrales worden met behulp van de vorkheftruck verticaal op elkaar gestapeld.



Figuur 1 Principetekening opslaggebouw laag- en middelradioactief afval (ref. 1)

De stralingsafscherming komt tot stand door de wanden en het dak van het gebouw. Daarnaast leveren de vaten zelf een bijdrage aan de stralingsafscherming. Teneinde de straling naar de omgeving te beperken worden de vaten met de laagste stralingsniveau's tegen de buitenwanden

van het gebouw geplaatst. Door de vaten verspringend te stapelen wordt hierbij een wand van vaten gecreëerd, die de afscherming verzorgt voor meer naar binnen gelegen vaten en containers (fig. 2). De vaten en containers met de hogere stralingsniveau's worden meer in het centrum en op de vloer van de opslagruimte geplaatst en zijn omgeven door vaten met lagere stralingsniveau's.



Figuur 2 Stapelwijze van vaten in het buitenste vak

Hoogradioactief afval dat koeling behoeft

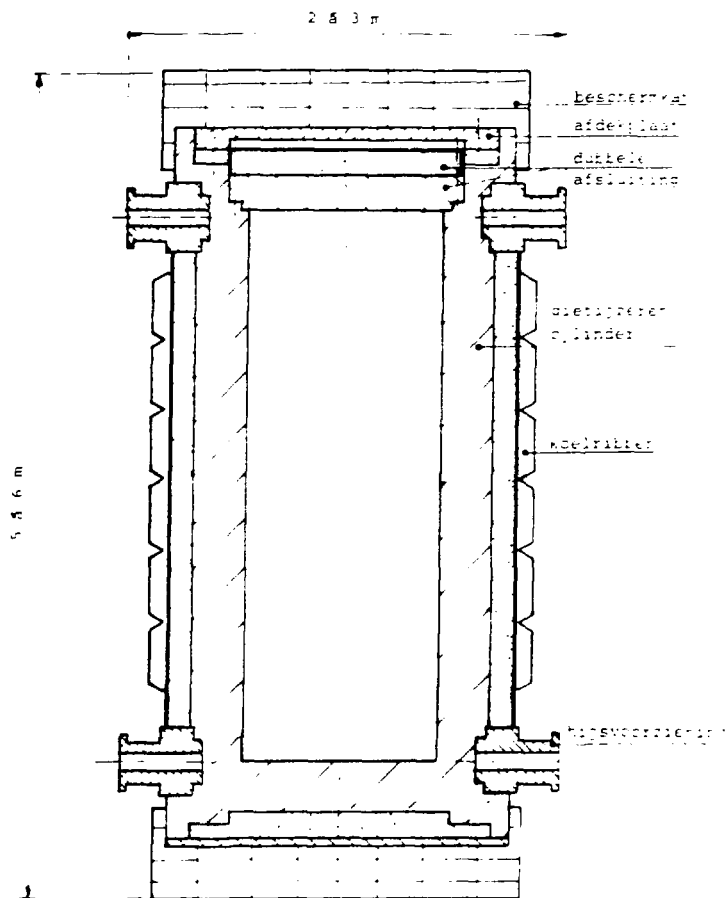
Opslag in containers

Bij containeropslag vindt de opslag van splijtstofelementen en KSA cilinders plaats in gietijzeren containers, die zich in een door lucht gekoelde ruimte bevinden.

Bij deze vorm van droge opslag kunnen extra handelingen met het hoogradioactieve afval voorkomen worden door zowel voor het transport als voor de opslag dezelfde container te gebruiken. De uitvoering van de transport-/opslagcontainers is zodanig dat ze bestand zijn tegen de gevolgen van overstromingen, aardbevingen, windhozen, gasexplosies, een neerstortend vliegtuig en brand.

Gietijzeren containers zoals de 'CASTOR' en de 'TN 1300' (ref. 2) worden in verschillende landen toegepast. De containers bestaan uit een

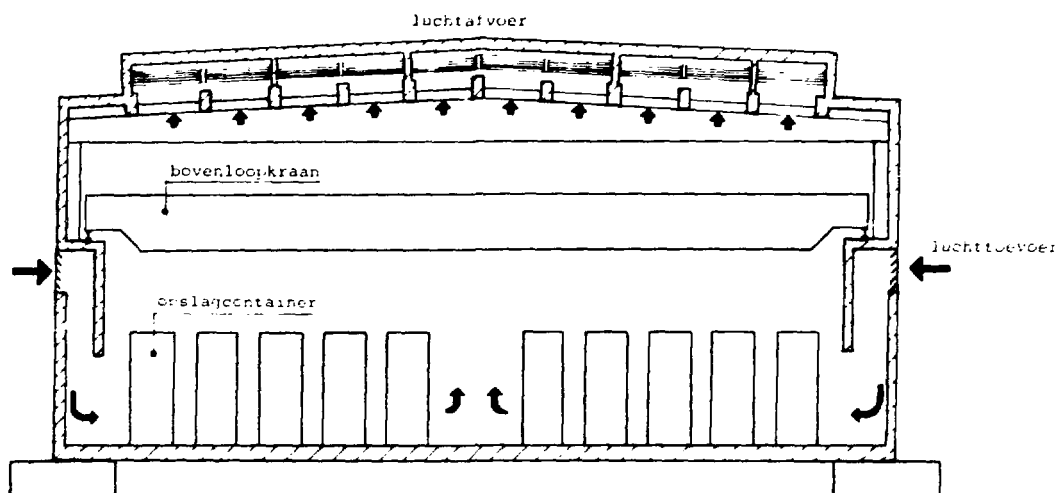
dikwandige cilinder die voorzien is van koelribben. De containers worden afgesloten door twee onafhankelijke deksels, die met behulp van zware boutverbindingen aan de cilinder zijn bevestigd (dubbele afsluiting). De splijtstofelementen bevinden zich in uitsparingen van een draagkorf, die zich in de container bevindt. De binnenruimte van de containers is ter verzekering van de duurzaamheid van de splijtstofelementen gevuld met een inert gas (b.v. Helium). Afhankelijk van de capaciteit van de containers kunnen tot 12 splijtstofelementen van een 1000 MWe drukwaterreactor of 33 elementen van een 1000 MWe kokendwaterreactor worden opgeslagen. De totale massa van de container bedraagt in dit geval circa 120 ton (fig. 3).



Figuur 3 Principetekening transport/opslagcontainer voor splijtstofelementen en KSA cilinders (ref. 2)

Opslagfaciliteiten, die met een dergelijk type transport-/opslag container zijn uitgerust, worden gerealiseerd te Gorleben en in Ahaus (West Duitsland, ref. 3). Daarnaast zijn vergunningen aangevraagd voor een interim opslag van splijtstofelementen in containers door enige bedrijven van kerncentrales aldaar.

Het opslaggebouw bestaat uit een ontvangsthall en een opslagruimte (fig. 4). De containers worden in de ontvangsthall gecontroleerd op oppervlakteverontreinigingen, stralingsniveau en lekdichtheid. Vervolgens worden de containers met behulp van een bovenloopkraan rechtstandig op vaste posities in de opslagruimte geplaatst.



Figuur 4 Principetekening opslaggebouw containers (ref. 3)

De vervalwarmte van de splijtstofelementen en KSA cilinders wordt in de opslagruimte afgevoerd door natuurlijke circulatie van lucht, die langs de buitenzijde van de containers stroomt. De verwarmde lucht stijgt op en wordt door ventilatiekanalen afgevoerd terwijl koele lucht door openingen in de zijwanden van het gebouw toestroomt. De stralingsafscherming komt tot stand door de gietijzeren wanden van de containers, de wanden en het dak van het opslaggebouw.

Tijdens opslag zijn meetinstrumenten aangesloten op de containers, waardoor de dichtheid van de dubbele afsluiting permanent wordt gecontroleerd. Bij geconstateerde onvolkomenheden van de afsluiting van

de containers worden deze voor inspectie en reparatie naar de ontvangsthal getransporteerd.

Voor het overpakken van splijtstofelementen en KSA cilinders en voor andere werkzaamheden, waarbij radioactieve producten zouden kunnen vrijkomen, is het opslaggebouw voorzien van een hot cell. Deze ruimte wordt op onderdruk gehouden en is voorzien van filters in het ventilatiesysteem. Handelingen in de hot cell worden door van buitenaf, op afstand bediende, apparatuur verricht.

Vaultopslag

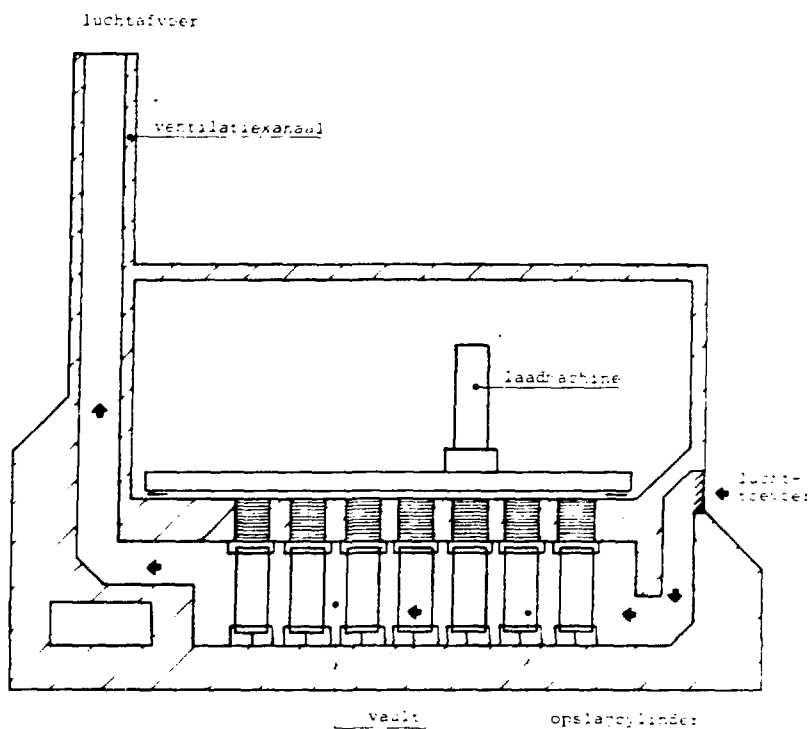
Bij vaultopslag bevinden de splijtstofelementen en de KSA cilinders zich in opslagcilinders in een door lucht gekoelde ruimte, de zogenaamde vault. Met deze vorm van droge opslag bestaat sedert enige jaren ervaring in Engeland en in de USA waar splijtstofelementen van gasgekoelde reactoren worden opgeslagen in een vault. Een opslag-faciliteit voor KSA is gebouwd te Marcoule (Frankrijk) en zullen eveneens worden gerealiseerd in la Hague (Frankrijk) en in Windscale (Engeland).

Van vaultopslag bestaan verschillende uitvoeringsvormen. De navolgende beschrijving heeft met name betrekking op de uitvoeringswijze zoals beschreven in ref. 4.

Het opslaggebouw bestaat uit een ontvangsthal, een hot cell en een opslagruimte. De aanvoer van splijtstofelementen en KSA cilinders vindt plaats in transportcontainers. In de ontvangsthal worden de containers door een bovenloopkraan van het transportmiddel verwijderd en gecontroleerd op oppervlakteverontreinigingen en stralingsniveau. Vervolgens worden de containers in de hot cell geplaatst.

Na verwijdering van het deksel worden de splijtstofelementen of de KSA cilinders in de hot cell met op afstand bediende apparatuur uit de container verwijderd en in opslagcilinders geplaatst. De cilinders met splijtstofelementen worden gevuld met een inert gas (bijv. Helium) en met een lasautomaat dichtgelast. Na controle op lekdichtheid wordt de cilinder met behulp van een laadmachine op een vaste positie in de opslagruimte geplaatst (fig. 5). De in dit MER beschouwde cilinders

bevatten 9 elementen van de kerncentrale Borssele, 44 elementen van de kerncentrale Dodewaard of 8 elementen van een 1000 MWe centrale (ref. 4).



Figuur 5 Principetekening opslag in een vault (ref. 4)

De vervalwarmte van de splijtstofelementen en de KSA cilinders wordt afgevoerd door na uurlijke circulatie van lucht die via openingen in de wanden van het gebouw toestroomt en via ventilatieopeningen in het dak het gebouw verlaat. De stralingsafscherming van het hoogradioactieve afval komt tot stand door de betonconstructies van het gebouw. De hot cell en de opslagruimte zijn beschermd tegen invloeden van buitenaf. De laadmachine is daarentegen niet beschermd (ref. 4).

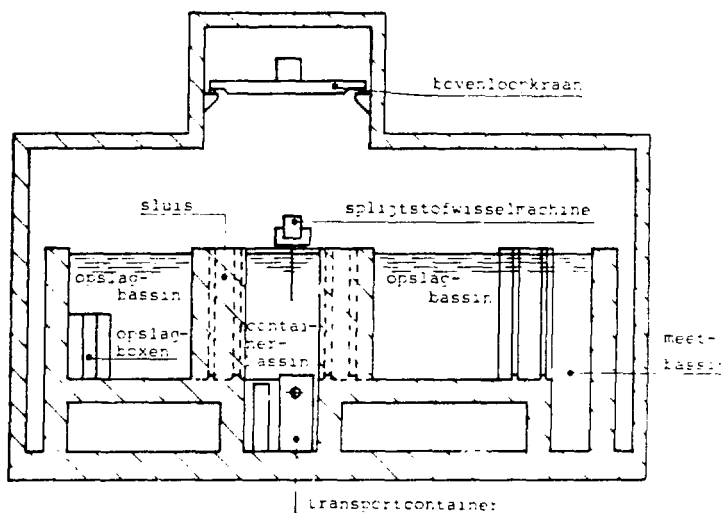
Tijdens opslag wordt met behulp van metingen de dichtheid van de cilinders permanent gecontroleerd. Bij geconstateerde onvolkomenheden wordt de defecte opslagcilinder voor nadere inspectie en reparatie met

behulp van de laadmachine naar de hot cell getransporteerd. Deze ruimte wordt op onderdruk gehouden en is voorzien van filters in het ventilatiesysteem.

Waterbassin

Met de opslag van bestraalde splijtstofelementen in waterbassins bestaat met name in kernenergiecentrales meer dan 20 jaar ervaring. In Zweden is daarnaast recentelijk een opslaggebouw gerealiseerd voor de centrale opslag van splijtstofelementen (CLAB-faciliteit). Bij deze opslagmethode worden de splijtstofelementen opgeslagen in waterbassins, die bestaan uit een monoliete gewapende betonconstructie en voorzien zijn van een lekdichte roestvrijstalen bekleding (ref. 4).

Het opslaggebouw bestaat uit een ontvangsthal, een hot cell, een decontaminatieruimte en een opslagruimte. De opslagruimte met de waterbassins is vrij toegankelijk voor het personeel (fig. 6).



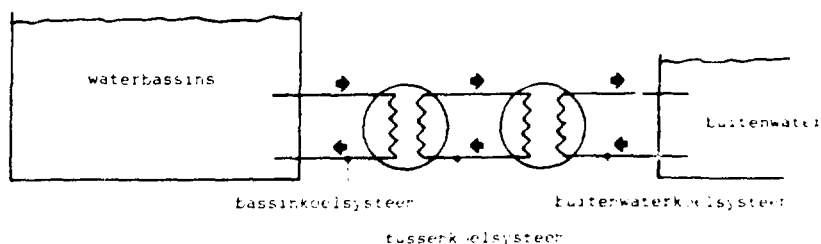
Figuur 6 Principetekening opslag in een waterbassin (ref. 4)

De aanvoer van splijtstofelementen vindt plaats in een transportcontainer, die in de ontvangsthal met behulp van een bovenloopkraan van

het transportmiddel wordt verwijderd. Na reiniging wordt de container door de kraan naar de opslagruimte getransporteerd en in het containerbassin geplaatst. Na verwijdering van het deksel worden de elementen met behulp van een splijtstofwisselmachine onder water in opslagboxen overgepakt. Via sluizen tussen de bassins worden deze boxen vervolgens door de splijtstofwisselmachine onder water naar hun uiteindelijke positie overgebracht. De transportcontainer wordt voor vertrek vanuit de centrale opslagfaciliteit gereinigd in de decontaminatieruimte.

De koeling van de waterbassins komt tot stand door een koelsysteem, dat bestaat uit drie onafhankelijke circuits die meervoudig zijn uitgevoerd (ref. 4). Onderscheid wordt gemaakt tussen het bassinkoelsysteem, het tussenkoelsysteem en het buitenkoelsysteem (waterkoeling of luchtkoeling) (fig. 7). Hiermee wordt voorkomen dat een eventuele lekkage in het bassinkoelsysteem tot lozing van in het bassinwater aanwezige radioactieve producten naar de omgeving leidt. Bij het uitvallen van de externe stroomvoorziening van de opslagfaciliteit wordt de elektrische voeding van het koelsysteem overgenomen door een noodstroomdieselaggregaat.

Voor de handhaving van de waterkwaliteit van de waterbassins is een reinigingssysteem aanwezig, dat radioactieve producten van eventuele lekkende splijtstofelementen en oppervlakteverontreinigingen op deze elementen uit het water verwijdert. De verontreinigingen worden tezamen met de decontaminatievloeistoffen in het verwerkingsgebouw van de centrale opslagfaciliteit behandeld en verpakt.



Figuur 7 Principetekening koelsysteem waterbassins

Controle op de lekdichtheid van de splijtstofelementen vindt bij ontvangst plaats in het containerbassin en tijdens opslag door meetapparatuur in het afzonderlijke meetbassin. Ten behoeve van de verpakking van defecte elementen is een hot cell aanwezig. Deze ruimte wordt op onderdruk gehouden en is voorzien van filters in het ventilatiesysteem.

De stralingsafscherming van de splijtstofelementen komt tot stand door het water en de betonconstructies van het opslaggebouw. Deze bieden tevens bescherming tegen invloeden van buitenaf.

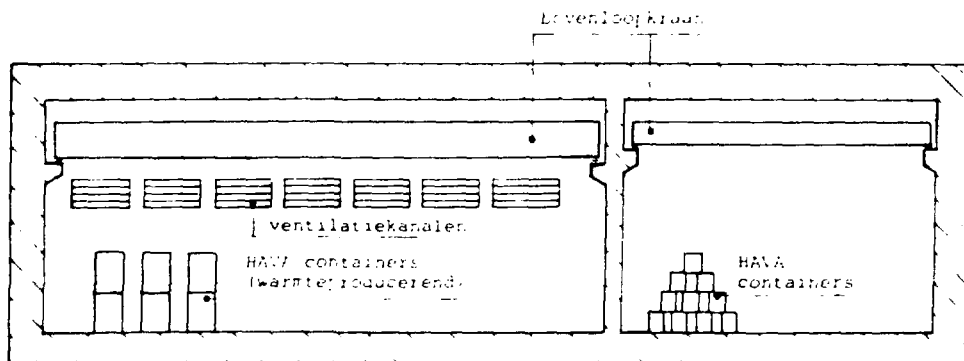
Hoogradioactief afval dat geen koeling behoeft

Het hoogradioactieve afval dat geen koeling behoeft wordt in een afzonderlijk gebouw opgeslagen, waarbij de wanden en het dak van het gebouw zorgdragen voor de stralingsafscherming en de bescherming tegen invloeden van buitenaf (fig. 8).

Het opslaggebouw bestaat uit een ontvangsthal en een opslagruimte. Ter beperking van de stralingsdosis van het personeel zijn deze door een betonwand gescheiden. Het interne transport van de containers vindt plaats met behulp van een bovenloopkraan.

Het opslaggebouw is uitgerust met een systeem voor de regulering van luchtvochtigheid en temperatuur en verzorgt daarnaast de afvoer van vervalwarmte van warmteproducerend HAVA, dat ook in dit gebouw zal worden opgeslagen.

Een vergelijkbaar opslaggebouw is gerealiseerd te Mol in België (Eurostorage-faciliteit).



Figuur 8 Principetekening opslaggebouw HAVA

2. Vergelijking opslagmethoden

In tabel 1 is een overzicht opgenomen van enige aspecten die van belang zijn bij de vergelijking van de opslagmethoden voor hoogradioactief afval dat koeling behoeft (bestraalde splijtstofelementen, KSA).

Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De technische uitvoering van de verschillende methoden wordt bepaald door de opslag van splijtstofelementen. De noodzakelijke voorzieningen zijn bij opslag van KSA cilinders door de afwezigheid van gasvormige radioactieve producten in het afval en het ontbreken van oppervlakte verontreinigingen eenvoudiger. De vergelijking heeft zich dan ook geconcentreerd op de opslag van bestraalde splijtstofelementen.
- Door het ontbreken van voorzieningen in de kerncentrales te Borssele en Dodewaard voor het hanteren van zware transportcontainers, die tevens geschikt zijn om als opslagcontainer te functioneren (ref. 4), dienen de splijtstofelementen van deze kerncentrales ook bij containeropslag overgepakt te worden (in de hot cell) in een opslagcontainer.
- Het transport van bestraalde splijtstofelementen vindt bij droge opslag in containers of in een vault, in droge vorm plaats.
- Aspecten waarbij tussen de verschillende opslagmethoden geen aanwijsbare verschillen bestaan, zoals inspectie en controle, zijn niet in het overzicht opgenomen.

Aspect	Waterbassin	Container	Vault	Oplossingen
1. Water - Koeling - Reiniging . bassinwater . decontaminatieoplossingen	ja ja veel	neen 	neen weinig	
2. Lucht - Klimaatregeling . vochtigheid . temperatuur - Reiniging . lucht hot cell . lucht opslagruimte	ja ja ja ja	neen neen ja neen	neen neen ja neen	
3. Hantering - Overpakken - Oppervlakteverontreinigingen	in water in water	in lucht aerosol vast	in lucht aerosol vast	
4. Lekdetectie opslag - Per bassin compartiment - Per opslageenheid	activiteitmeting	 drukmeting	activiteitmeting drukmeting	
5. Geproduceerd afval - Residu waterbehandeling . bassinwater . decontaminatieoplossingen - Residu luchtbehandeling . hot cell . opslagruimte - Overig vast	veel matig ja ja ja	geen weinig ja geen ja	geen weinig ja geen ja	kleding, poetsdoeken, defecte onderdelen, e.d.
6. Mogelijkheid tot betreden opslagruimte	ja	ja	neen	
7. Bedrijfservaring (in jaren)	20 (kernreactoren)		10 (gasgekoelde reactoren)	containeropslag wordt gerealiseerd in West Duitsland
8. Stralingsafscherming - Bouwkundig - Opslagcontainer cilinder - Overig	ja neen water	ja ja geen	ja neen geen	
9. Uitbreidingsmogelijkheden (modulaire bouw)	-	+	0	+ zeer eenvoudig 0 eenvoudig - minder eenvoudig
10. Noodstroomvoorziening - Watersystemen - Ventilatie hot cell - Ventilatie opslag	-- - -	0 + 0	0 - 0	-- groot verbruik - beperkt verbruik 0 niet van toepassing

Tabel 1. Vergelijking uitvoering opslagmethoden (splitstofelementen)

3. Bouwvolume en terreinbeslag

In de tabellen 2 en 3 is een overzicht gegeven van het benodigde bouwvolume en het terreinbeslag voor opslag van laag-, middel- en hoogradioactief afval. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen scenario 1 en 2, het al dan niet opwerken van splijtstofelementen, de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven.

De geraamde bouwvolumes en het terreinbeslag zijn gebaseerd op conceptontwerpen van opslaggebouwen en gerealiseerde constructies (ref. 1, 3 en 4).

Het bouwvolume benodigd voor opslag van de verschillende afvalcategorieën is bepaald door voor deze referentiegebouwen de verhouding opslagvolume/afvalvolume te bepalen en deze te betrekken op de hoeveelheden radioactief afval volgens bijlage 2.5. In het bouwvolume is daarnaast de ontvangsthal opgenomen.

In het terreinbeslag zijn de benodigde afstanden tot de verbindingswegen en grenzen van het terrein en de groenvoorzieningen inbegrepen.

	Voorgenoemen activiteit		Uitvoeringsalternatief			
	A		B		C	
Bedrijfsgebouwen	Bouwwolume m ³	Terreinbeslag ha	Bouwwolume m ³	Terreinbeslag ha	Bouwwolume m ³	Terreinbeslag ha
- portiersgebouw, kantoor en laboratoriumgebouw, verwerkingsgebouw, e.d.	75.000	10 1)	75.000	10 1)	75.000	10 1)
- opslag laag- en middelradioactief afval (LAVA, MAVA incl. ontmantelingsafval en bestralingsbronnen)						
. opwerking	225.000	8	110.000	4	505.000	16
. geen opwerking	225.000	8	110.000	4	505.000	16
- Opslag hoogradioactief afval (KSA, HAVA, splijtstofelementen)						
. opwerking	44.000	1,4	34.000	1,3	44.000	1,4
. geen opwerking	80.000	1,4	40.000	0,8	80.000	1,4
Totaal 2)						
. opwerking	344.000	20	219.000	16	624.000	28
. geen opwerking	380.000	20	225.000	15	660.000	28

1) inclusief groenvoorzieningen, wegen, e.d.

2) in hoofdrapport afgerond

Tabel 2 Bouwwolume en terreinbeslag; scenario 1

	Voorgenoemen activiteit		Uitvoeringsalternatief			
	A		B		C	
Bedrijfsgebouwen	Bouwwolume m ³	Terreinbeslag ha	Bouwwolume m ³	Terreinbeslag ha	Bouwwolume m ³	Terreinbeslag ha
- portiersgebouw, kantoor en laboratoriumgebouw, verwerkingsgebouw, e.d.	75.000	10 1)	75.000	10 1)	75.000	10 1)
- Opslag laag- en middelradioactief afval (LAVA, MAVA incl. ontmantelingsafval en bestralingsbronnen)						
. opwerking	395.000	13	250.000	8	710.000	22
. geen opwerking	365.000	12	220.000	7	680.000	21
- Opslag hoogradioactief afval (KSA, HAVA, splijtstofelementen)						
. opwerking	99.000	2,4	114.000	2,4	114.000	2,4
. geen opwerking	135.000	2,6	95.000	1,6	240.000	3,0
Totaal 2)						
. opwerking	569.000	26	439.000	21	899.000	37
. geen opwerking	575.000	25	390.000	20	945.000	34

1) inclusief groenvoorzieningen, wegen, e.d.

2) in hoofdrapport afgerond

Tabel 3 Bouwwolume en terreinbeslag; scenario 2

4. Referenties

1. Interim opslagfaciliteit voor laag- en middelradioactief afval;
ECN-Nucon; januari 1983
2. Beschreibung des Transport-/Lagerbehälters TN 1300; Rev. 7,
Januar 1984; Transnuklear GmbH
3. Beschreibung des Brennelementlagers und des Zwischenlagers für
schwachradioaktive Abfälle in Gorleben; Deutsche Gesellschaft für
Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH (DWK)
4. Mogelijkheden van interimopslag in Nederland van bestraalde
Splijtstofelementen en Kernsplijtingsafval; Commissie MINSK;
juni 1984

Acceptatievoorwaarden en registratieformulieren COVRA

VOORWAARDEN VOOR OVERDRACHT VAN RADIOACTIEF AFVAL AAN COVRA B.V.

1. AANMELDEN:

Alvorens radioactief afval door de daartoe erkende ophaaldienst kan worden opgehaald, dient dit bij COVRA te zijn aangevraagd. Dit aanvragen dient schriftelijk te gebeuren en uitsluitend met gebruikmaking van een "Aanvraagformulier voor het ophalen van vast en/of vloeibaar radioactief afval". Deze formulieren zijn bij COVRA aan te vragen. Ze dienen zorgvuldig te worden ingevuld. Een specimen van een dergelijk aanvraagformulier is als bijlage I bijgesloten bij deze voorwaarden.

2. VERPAKKING:

Het radioactief afval mag uitsluitend in de door COVRA geleverde standaardverpakking worden aangeboden. Indien het radioactief afval niet in een standaardverpakking kan worden aangeboden, dient daarover contact met COVRA te worden opgenomen. De verpakking van het radioactief afval dient in goede staat en gesloten te worden aangeboden. De verpakking mag niet - door bijvoorbeeld persing - gedeformeerd zijn. Het totale gewicht van een aangeboden standaardverpakking mag niet groter zijn dan 110 kg.

3. AKTIVITEITENLIMITEN:

De totale activiteit per verpakking moet beperkt blijven tot de volgende hoeveelheden voor nucliden behorende tot:

Groep I	$3,7 \times 10^7$ Bq (1mCi)
Groep II	$1,85 \times 10^9$ Bq (50mCi)
Groep III	$1,11 \times 10^{11}$ Bq (3Ci)
Groep IV of V	$7,40 \times 10^{11}$ Bq (20Ci)

Groep VI, VII of VIII $3,7 \times 10^{13}$ Bq (1000 Ci)

De groepsindeling is die welke is gegeven in de randnummers 1600 en 1601 van het Vervoersbesluit Gevaarlijke Stoffen (VSG) en is als bijlage II aan deze voorwaarden toegevoegd.

4. DOSISTEMPO:

Het dosistempo van de door een standaardverpakking uitgezonden straling mag nergens hoger zijn dan:

- 2 m Sv/uur (200 mrem/uur) op het oppervlak van de verpakking;
- 0,1 m Sv/uur (10 mrem/uur) op 1 meter afstand van het middelpunt van de verpakking

5. UITWENDIGE BESMETTING:

De besmetting op het buitenoppervlak van een standaardverpakking mag niet meer bedragen dan:

- voor α -activiteit:
 $3,7 \times 10^{-1}$ Bq/cm²
(10 pCi/cm²)
- voor β -activiteit:
3,7 Bq/cm²
(100 pCi/cm²)

Dit houdt in dat een smeertest, genomen over een oppervlak van 100 cm² van de verpakking niet meer activiteit mag bevatten dan 3,7 Bq ingeval α -activiteit en 3,7 Bq ingeval β -activiteit.

6. VAST RADIOACTIEF AFVAL:

Normaal persbaar vast afval.

- 6.1 Eventuele metalen delen in het afval mogen niet dikker zijn dan 1 cm.
- 6.2 Afval dat voor 90 volume % of meer bestaat uit sterk elastisch materiaal (zoals bijvoorbeeld rubber, plastic e.d.) mag niet voorgeperst zijn.
- 6.3 Het gehalte aan anorganisch vocht mag maximaal 1 volume % bedragen; het gehalte aan organisch vocht mag maximaal 10% van het aanwezige anorganisch vocht bedragen.
- 6.4 Het afval mag geen radioactieve bronnen bevatten.

Afwijkend persbaar vast afval.

- 6.5 Vast persbaar afval dat niet voldoet aan de voorwaarden 6.1 en 6.2 dient apart te worden aangemeld. Hierop is het standaardtarief voor vast afval eveneens van toepassing.

Overig vast afval.

- 6.6 Het vast afval dat niet voldoet aan de voorwaarden 6.1 t/m 6.4 en ook niet valt onder de categorie 6.5 dient apart te worden aangemeld. Hierop is het standaardtarief voor vast afval niet van toepassing.

7. KADAVERS:

- 7.1 Kadavers dienen in diepgevroren toestand ($T \leq -18^{\circ}\text{C}$), verpakt

in plastic zakjes van circa 1 liter te worden aangeboden. Een koelbox (inhoud van ca. 60 liter) wordt door COVRA op de dag waarop het transport plaatsvindt ter beschikking gesteld.

- 7.2 Kadavers die niet voldoen aan voorwaarde 7.1 dienen apart te worden aangemeld. Hierop is het standaardtarief voor kadavers niet van toepassing.

8. VLOEIBAAR RADIOACTIEF AFVAL:

- 8.1 Bij vloeibaar afval dient de pH van de vloeistof groter te zijn of gelijk aan 5.
- 8.2 De vloeistoffen mogen vaste bestanddelen bevatten, echter niet meer dan 5 gewicht %.
- 8.3 De viscositeit der vloeistof mag niet groter zijn dan 500 centipoise (cP) bij 20°C.
- 8.4 De radioactiviteit van de vloeistof mag niet meer bedragen dan:

Voor α - stralers	: $1,85 \times 10^6$ Bq/l (0,05mCi/l)
Voor β/γ - stralers	: $1,85 \times 10^8$ Bq/l (5 mCi/l)
Voor tritium	: $1,85 \times 10^{12}$ Bq/l (50 Ci/l)

- 8.5 Vloeibaar afval dat niet voldoet aan de voorwaarden 8.1 t/m 8.4 dient apart te worden aangemeld. Hierop is het standaardtarief voor vloeistoffen niet van toepassing.

9. GASVORMIG RADIOACTIEF AFVAL:

- 9.1 Gasvormige afvalstoffen dienen apart te worden gemeld aan COVRA.

10. STANDAARDVERPAKKINGEN:

10.1 Vast radioactief afval dient te worden verpakt in 100-liter vaten welke op aanvraag door COVRA zullen worden aangeleverd.

10.2 Vloeibaar afval dient te worden verpakt in 60-liter vaten welke op aanvraag door COVRA zullen worden aangeleverd.

10.3 Vloeibaar afval in zogenaamde "telpotjes" dient te worden aangeboden in speciaal daartoe bestemde 100-liter vaten, bevattende een 60-liter vat.

11. INSPEKTIE:

COVRA behoudt zich het recht voor het aangeboden afval voorafgaande aan het ophalen te inspecteren.

12. OVERDRACHT:

De vaten radioactief afval dienen direct na aankomst van de ophaalwagen en na controle door de begeleidende stralingskontroleur op de laadklep van de ophaalwagen te worden afgeleverd. Onmiddellijk aansluitend op deze handeling vindt de eigendomsoverdracht plaats.

13. MEERKOSTEN EN SCHADEN:

Meerkosten en schaden welke het gevolg zijn van het niet in acht nemen van de "Voorwaarden voor overdracht van radioactief afval aan COVRA BV" zijn voor rekening van de betrokken leverancier van radioactief afval.

14. AANSPRAKELIJKHEID:

De leverancier van het radioactief afval is volledig aansprakelijk voor iedere vorm van schade, door welke gebeurtenis

ook ontstaan, tot het moment dat overeenkomstig artikel 12 de overdracht van eigendom van het betreffende afval heeft plaatsgevonden. Hij doet afstand van elke aanspraak die hij terzake zou kunnen geldend maken ten opzichte van COVRA respectievelijk personeel van COVRA. COVRA is na overdracht van eigendom van het betreffende afval volledig aansprakelijk voor iedere vorm van schade, door welke gebeurtenis ook ontstaan, met dien verstande dat ook nadat overdracht van eigendom heeft plaatsgevonden, de leverancier volledig aansprakelijk blijft voor alle schade die ontstaat als gevolg van het niet volledig nakomen van deze voorwaarden. COVRA kan niet door de leverancier van het radioactief afval aansprakelijk worden gesteld voor schade die ontstaat indien het ophalen, het transport en de verwerking van het radioactief afval om welke reden dan ook, geen doorgang kan vinden.

15. OPHAALPLICHT:

De erkenning van COVRA BV als erkende ophaaldienst is gebonden aan vergunningen voor transport, verwerking en opslag van radioactieve stoffen. De mogelijkheden van COVRA tot het ophalen van radioactief afval zijn dan ook beperkt tot dat afval dat COVRA conform de verleende vergunningen kan doen verwerken en opslaan. Tijdig overleg tussen afvalleverancier en COVRA kan voorkomen dat bepaald afval op het gewenste moment niet kan worden overgedragen aan COVRA.

AANVRAAGFORMULIER VOOR HET OPHALEN VAN RADIOACTIEFAFVAL

(met schrijfmachine invullen s.v.p.)

Naam:

Adres:

Postcode:

Plants:

In te zenden aan

CENTRALE ORGANISATIE VOOR
RADIOACTIEF AFVAL B.V.
POSTBUS 20
1755 ZG PETTEN

Contactpersoon.

Telefoon:

**BESTEMD VOOR
VAST AFVAL**

Uitsluitend in te vullen door ECN

Klantcode nr :

Formulier nr.:

Umsatzen in te vullen door ECN

Akkoord G.R.A.

Transport datum:

[illegible]

Ondergetskende: *) verklaart

- dat het bovenstaande volledig en juist is ingevuld;
- dat voldaan is aan de voorschriften en bepalingen welke op de achterzijde van dit formulier zijn vermeld;
- dat de voorwaarden en bepalingen genoemd in de circulaire aan de producenten van radioactief afval volledig zullen worden nagekomen.

Opmerkingen (evt. eitra verpachtingmaterieel)
zoals kind en/of hestri vermijden

AANVRAAGFORMULIER VOOR HET OPHALEN VAN RADIOACTIEFAFVAL

(met schrijfmachine invullen a.v.p.)

Naam:

Adres:**Postcode:**

In te zenden aan:

Contact person:

Telefoon:

Plants:

**BESTEND VOOR
VLOEIBAAR AFVAL**

| Uitsluitend in te vullen door ECN

Akkoord G.R.A.

Transport datum

Uitsluitend in te vullen door ECN

Klantcode nr.:

Formulier nr.:...

[illegible]

Ondergetekende: *) verklaart

- a. dat het bovenstaande volledig en juist is ingevuld;
- b. dat voldaan is aan de voorschriften en bepalingen welke op de achterzijde van dit formulier zijn vermeld;
- c. dat de voorwaarden en bepalingen genoemd in de circulaire aan de producenten van radioactief afval volledig zullen worden nagekomen.

Opmerkingen (evl. extra verspreiden materiaal)
zoals lood en/of beton vermelden)

AANHANGSEL VI

Tabellen, methoden voor toepassing van de criteria voor nucleaire veiligheidsklasse I, beproevingsmethoden voor verpakkingen, bestemd voor stoffen van klasse IVb.

Afdeling A

Tabellen

1600 Groepsindeling der radionucliden ten behoeve van het vervoer.

Ad inleidende bepaling 2 van klasse IVb.

Opmerking: 1. Een sterretje geeft aan, dat het radionuclide is ingedeeld overeenkomstig de tabel van m. 1601.
2. Zie voor radionucliden, die in onderstaande tabel niet voorkomen, m. 1601.

Symbool	Radionuclide	Groep
Ac	Actinium-227	I
	Actinium-228	I
Ag	Zilver-105	IV
	Zilver-110m	III
	Zilver-111	IV
Am	Americium-241	I
	Americium-243	I
Ar	Argon-37	VI
	Argon-37 (niet samengeperst) ¹⁾	VI
	Argon 41	II
	Argon 41 (niet samengeperst) ¹⁾	V
As	Arsenicum-73	IV
	Arsenicum-74	IV
	Arsenicum-76	IV
	Arsenicum-77	IV
At	Astatium-211	III
Au	Goud-193*	III
	Goud-194*	III
	Goud-195*	III
	Goud-196	IV
	Goud-198	IV
	Goud-199	IV
Ba	Barium-131	IV
	Barium-140	III
Be	Beryllium-7	IV
Bi	Bismuth-206	IV
	Bismuth-207	III
	Bismuth-210(Ra. E)	II
	Bismuth-212	III

¹⁾ Niet samengeperst betekent: waarvan de absolute druk, herleid op een temperatuur van 0° C niet groter is dan één atmosfeer (d.i. de gemiddelde druk van de atmosfeer op een geografische breedte van 45° en op gemiddeld zeeniveau).

Symbool	Radionuclide	Groep
Bk	Berkelium-249	I
Br	Broom-82	IV
C	Koolstof-14	IV
Ca	Calcium-45	IV
	Calcium-47	IV
Cd	Cadmium-109	III
	Cadmium-115m	III
	Cadmium-115	IV
Ce	Cerium-141	IV
	Cerium-143	IV
	Cerium-144	III
Cf	Californium-249	I
	Californium-250	I
	Californium-252	I
Cl	Chloor-36	III
	Chloor-38	IV
Cm	Curium-242	I
	Curium-243	I
	Curium-244	I
	Curium-245	I
	Curium-246	I
Co	Cobalt-56*	III
	Cobalt-57	IV
	Cobalt-58m	IV
	Cobalt-58	IV
	Cobalt-60	III
Cr	Chroom-51	IV
Cs	Cesium-131	III
	Cesium-134m	IV
	Cesium-134	III
	Cesium-135	IV
	Cesium-136	IV
	Cesium-137	IV
Cu	Koper-64	IV
Dy	Dysprosium-154*	III
	Dysprosium-165	IV
	Dysprosium-166	IV

Aanhangsel VI

10
volg)

Symbol	Radionuclide	Groep
Er	Erbium-169 Erbium-171	IV IV
Eu	Europium-150*	III
	Europium-152(A) (6,2 uur)	IV
	Europium-152(B) (12,7 jaar)	III
	Europium-154	II
	Europium-155	IV
F	Fluor-18	IV
Fe	Ijzer-55	IV
	Ijzer-59	IV
Ga	Gallium-67*	III
	Gallium-72	IV
Gd	Gadolinium-153	IV
	Gadolinium-159	IV
Ge	Germanium-71	IV
H	WATERSTOF-3 (zie T-Tritium)	
Hf	Hafnium-181	IV
Hg	Kwikzilver-197m	IV
	Kwikzilver-197	IV
	Kwikzilver-203	IV
Ho	Holmium-166	IV
I	Jodium-124*	III
	Jodium-125*	III
	Jodium-126	III
	Jodium-129	III
	Jodium-131	III
	Jodium-132	IV
	Jodium-133	III
	Jodium-134	IV
	Jodium-135	IV
In	Indium-113m	IV
	Indium-114m	III
	Indium-115m	IV
Ir	Iridium-190	IV
	Iridium-192	III
	Iridium-194	IV
K	Kalium-42	IV
	Kalium-43*	III
Kr	Krypton-85m	III
	Krypton-85m (niet samengeperst ¹⁾)	V

¹⁾ Niet samengeperst betekent: waarvan de absolute druk, herleid op een temperatuur van 0° C niet groter is dan één atmosfeer (d.w.z. de gemiddelde druk van de atmosfeer op een geografische breedte van 45° en op gemiddeld zeeniveau).

Symbol	Radionuclide	Groep
Kr	Krypton-85	III
	Krypton-85 (niet samengeperst ¹⁾)	VI
	Krypton-87	II
	Krypton-87 (niet samengeperst ¹⁾)	V
La	Lanthanium-140	IV
Lu	Lutetium-172*	III
	Lutetium-177	IV
M.p.f.	Mengsel van splijtingsproducten	II
Mg	Magnesium-28*	III
Mn	Mangaan-52	IV
	Mangaan-54	IV
	Mangaan-56	IV
Mo	Molybdeen-99	IV
Na	Natrium-22	III
	Natrium-24	IV
Nb	Niobium-93m	IV
	Niobium-95	IV
	Niobium-97	IV
Nd	Neodymium-147	IV
	Neodymium-149	IV
Ni	Nikkel-56*	III
	Nikkel-59	IV
	Nikkel-63	IV
	Nikkel-65	IV
Np	Neptunium-237	I
	Neptunium-239	I
Os	Osmium-185	IV
	Osmium-191m	IV
	Osmium-191	IV
	Osmium-193	IV
P	Fosfor-32	IV
Pa	Protactinium-230	I
	Protactinium-231	I
	Protactinium-233	II
Pb	Lood-203	IV
	Lood-210	II
	Lood-212	II
Pd	Palladium-103	IV
	Palladium-109	IV
Pm	Prometheum-147	IV
	Prometheum-149	IV
Po	Polonium-210	I
Pr	Praseodymium-142	IV
	Praseodymium-143	IV

Aanhangsel VI

1600
(vervolg)

Symbool	Radionuclide	Groep
Pt	Platina-191	IV
	Platina-193m	IV
	Platina-197m	IV
	Platina-197	IV
Pu	Plutonium-238	I
	Plutonium-239	I
	Plutonium-240	I
	Plutonium-241	I
	Plutonium-242	I
Ra	Radium-223	II
	Radium-224	II
	Radium-226	I
	Radium-228	I
Rb	Rubidium-86	IV
	Rubidium-87	IV
	Rubidium, natuur- lijk	IV
Re	Rhenium-183	IV
	Rhenium-186	IV
	Rhenium-187	IV
	Rhenium-188	IV
	Rhenium, natuurlijk	IV
Rh	Rhodium-103m	IV
	Rhodium-105	IV
Rn	Radon-220	IV
	Radon-222	II
Ru	Ruthenium-97	IV
	Ruthenium-103	IV
	Ruthenium-105	IV
	Ruthenium-106	III
S	Zwavel-35	IV
Sb	Antimoon-122	IV
	Antimoon-124	III
	Antimoon-125	III
Sc	Scandium-46	III
	Scandium-47	IV
	Scandium-48	IV
Se	Selenium-75	IV
Si	Silicium-31	IV
Sm	Samarium-145*	III
	Samarium-147	III
	Samarium-151	IV
	Samarium-153	IV
Sn	Tin-113	IV
	Tin-117m*	III
	Tin-121*	III
	Tin-125	IV
Sr	Strontium-85m	IV
	Strontium-85	IV
	Strontium-89	III
	Strontium-90	II
	Strontium-91	III
	Strontium-92	IV

Symbool	Radionuclide	Groep
T	Tritium (in een an- dere vorm dan hieronder vermeld)	IV
	Tritium (als T ₂ of HT)	VII
	Tritium (tritium- houdende lichtge- vende verf of tri- tiumgas geadsor- beerd aan een vaste drager)	VIII
Ta	Tantalium-182	III
Tb	Terbium-160	III
Tc	Technetium-96m	IV
	Technetium-96	IV
	Technetium-97m	IV
	Technetium-97	IV
	Technetium-99m	IV
Te	Tellurium-99	IV
	Tellurium-125m	IV
	Tellurium-127m	IV
	Tellurium-127	IV
	Tellurium-129m	III
	Tellurium-129	IV
	Tellurium-131m	III
Th	Tellurium-132	IV
	Thorium-227	II
	Thorium-228	I
	Thorium-230	I
	Thorium-231	I
	Thorium-232	III
	Thorium-234	II
Tl	Thorium, natuurlijk	III
	Thallium-200	IV
	Thallium-201	IV
	Thallium-202	IV
Tm	Thallium-204	III
	Thulium-168*	III
	Thulium-170	III
U	Thulium-171	IV
	Uranium-230	II
	Uranium-232	I
	Uranium-233	II
	Uranium-234	II
	Uranium-235	III
	Uranium-236	II
	Uranium-238	III
V	Uranium, natuurlijk	III
	Vanadium-48	IV
	Vanadium-49*	III
W	Wolfram-181	IV
	Wolfram-185	IV
	Wolfram-187	IV

Aanhangsel VI

600
vervolg)

Symbol	Radionuclide	Groep
Xe	Xenon-125*	III
	Xenon-125*	
	(niet samengeperst) ¹⁾	III
	Xenon-131m	III
	Xenon-131m	
	(niet samengeperst) ¹⁾	V
	Xenon-133	III
	Xenon-133	
	(niet samengeperst) ¹⁾	VI
	Xenon-135	II
	Xenon-135	
	(niet samengeperst) ¹⁾	V

¹⁾ Niet samengeperst betekent waarvan de absolute druk, herleid op een temperatuur van 0° C niet groter is dan een atmosfeer (d.i. de gemiddelde druk van de atmosfeer op een geografische breedte van 45° en op gemiddeld zeeniveau)

Symbol	Radionuclide	Groep
Y	Yttrium-88*	III
	Yttrium-90	IV
	Yttrium-91m	III
	Yttrium-91	III
	Yttrium-92	IV
	Yttrium-93	IV
Yb	Ytterbium-175	IV
Zn	Zink-65	IV
	Zink-69m	IV
	Zink-69	IV
Zr	Zirkonium-93	IV
	Zirkonium-95	III
	Zirkonium-97	IV

601 Regel voor de groepsindeling, ten behoeve van het vervoer, van radionucliden, welke niet in rn. 1600 voorkomen.

Ad inleidende bepaling 3 van klasse IVb.

Radionuclide	Halveringsstijd		
	0 tot 1000 dagen	groter dan 1000 dagen — 10 ⁶ jaar	groter dan 10 ⁶ jaar
stoomnummer 1—81 stoomnummer 82 of hoger	groep III groep I	groep II groep I	groep III groep III

602 Verband tussen activiteit en massa voor natuurlijk thorium en uranium, ten behoeve van het vervoer.

Ad inleidende bepaling 5 van klasse IVb.

Radioactieve stof	Curie per gram	Gram per curie
natuurlijk thorium	$1,11 \times 10^{-7}$	9×10^6
Uranium		
(met een gewichtspercentage aan U-235 als onderstaand)		
0,45	$5,0 \times 10^{-7}$	$2,0 \times 10^6$
0,72 (natuurlijk)	$7,06 \times 10^{-7}$	$1,42 \times 10^6$
1,0	$7,6 \times 10^{-7}$	$1,3 \times 10^6$
1,5	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^6$
5,0	$2,7 \times 10^{-6}$	$3,7 \times 10^5$
10,0	$4,8 \times 10^{-6}$	$2,1 \times 10^5$
20,0	$1,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^5$
35,0	$2,0 \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^4$
50,0	$2,5 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^4$
90,0	$5,8 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^4$
93,0	$7,0 \times 10^{-5}$	$1,4 \times 10^4$
95,0	$9,1 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^4$

Verspreidingsmodellen

1. Methode
2. Basisgegevens
3. Resultaten
4. Onzekerheden
5. Referenties

1. Methode

Ten aanzien van de gebruikte verspreidingsmodellen is onderscheid gemaakt tussen normale bedrijfsomstandigheden en storingen en ongevallen (zie bijlage 6.3, 6.4). Voor beide situaties is gebruik gemaakt van een Gaussisch pluimmodel, dat de verspreiding van inerte gassen en fijn stof in de atmosfeer beschrijft (ref. 1). Belangrijk verschil is dat bij normale bedrijfsomstandigheden gerekend wordt met een jaargemiddelde van weersomstandigheden (stabiliteitsklasse, windsnelheid) terwijl in ongevalssituaties conservatief wordt uitgegaan van zeer stabiele weersomstandigheden.

Voor normale bedrijfsomstandigheden is gebruik gemaakt van een computerprogramma (ref. 2) dat gebaseerd is op het Nationale Model. Voor storingen en ongevallen is gebruik gemaakt van de door de US NRC opgestelde richtlijnen voor de berekening van de radiologische consequenties van reactorongevallen (ref. 3, 4).

In fig. 1 is de relatie aangegeven tussen de lozing van radionucliden, het verspreidingsmodel en de berekening van stralingsdoses met behulp van dosisconversiefactoren.

2. Basisgegevens

Normale bedrijfsomstandigheden

De invoer van het Nationale Model bestaat uit:

a. Brongegevens

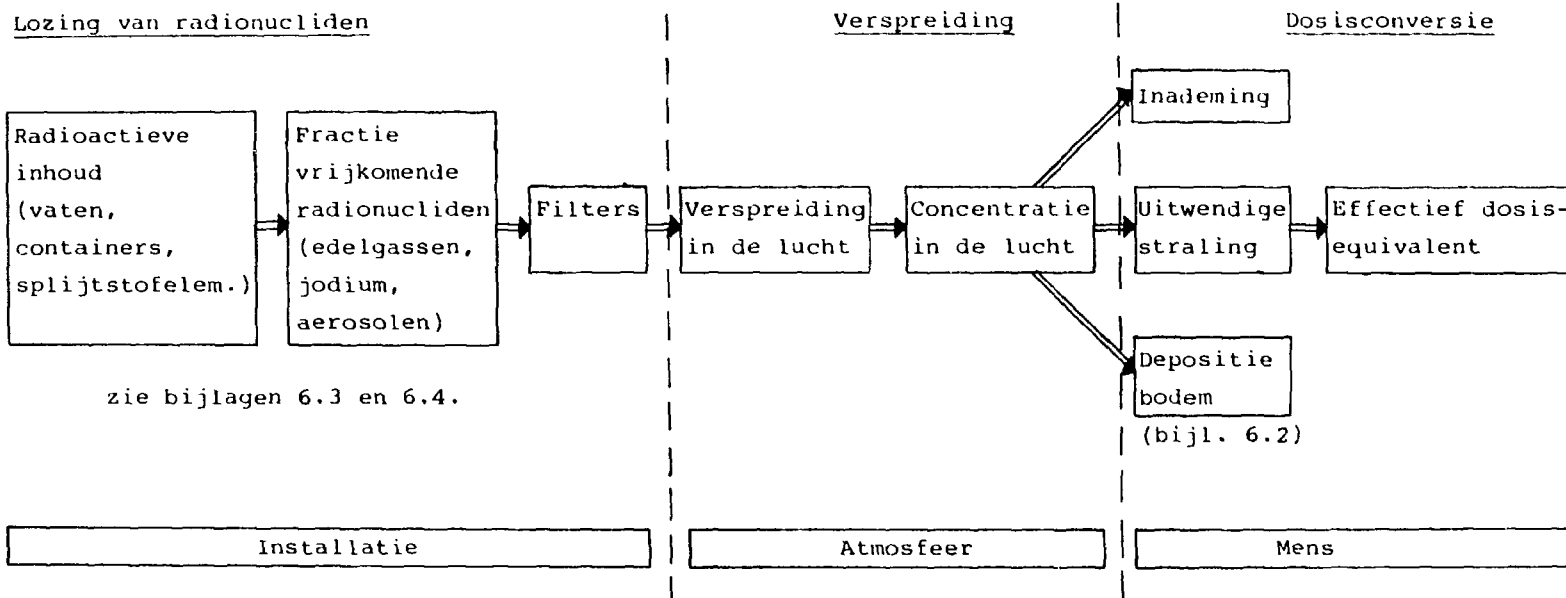
- emissie (snelheid) radionucliden
- warmte-emissie
- lozingshoogte

b. Geografische gegevens

- terreinruwheid

c. Klimatologische gegevens

- frequentie van voorkomende meteorologische klassen per windrichting



Figuur 1 Berekening van individuele stralingsdosis met behulp van verspreidingsmodellen en dosisconversiefactoren

In dit MER is bij normale bedrijfssituaties gekozen voor de meteorologische gegevens van de locatie Schiphol.

Storingen en ongevallen

In het US NRC model is uitgegaan van:

- Stabiliteitsklasse: Pasquill F
- Windsnelheid : 1 m/s
- Lozingshoogte : 0 m

3. Resultaten

De resultaten van de verspreidingsmodellen bestaan uit concentraties op verschillende afstanden tot de bron. Uit deze concentraties zijn met behulp van dosisconversiefactoren stralingsdoses (effectief dosisequivalent) berekend. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen stralingsdoses tengevolge van inademing en van uitwendige straling (ref. 5).

Normale bedrijfsomstandigheden

Bij lozingen uit een schoorsteen verspreiden de geloosde gassen en aerosolen zich over grote afstanden. Naarmate de lozingshoogte groter is, wordt de maximale concentratie van de geloosde stoffen op grondniveau op een grotere afstand van het lozingspunt bereikt. Ook de warmteinhoud van de geloosde stoffen geeft een dergelijk effect te zien. Een hogere temperatuur van de geloosde gassen is vergelijkbaar met een hogere schoorsteen.

Zo geldt voor de lozingen uit de schoorsteen (van b.v. 50 m hoogte) van een verbrandingsoven voor radioactief afval, dat de maximale dosis op de grond (deze is evenredig met de concentratie) bereikt wordt op een afstand van ca. 1000 m van de schoorsteen. Deze maximale dosis is ongeveer een factor 10 hoger dan die op 200 m (dit is de waarde die in dit MER is aangehouden als afstand tot de terreingrens).

De maximale dosis t.g.v. lozingen uit de gebouwen voor hantering en opslag van splijtstofelementen (hoogte ca. 30 m) wordt bereikt op een afstand van ca. 300 m van het lozingspunt en is ongeveer 2 maal zo hoog als aan de terreingrens (200 m). Hierbij is geen temperatureffect in rekening gebracht.

Storingen en ongevallen

Bij de analyses van storingen en ongevallen is uitgegaan van lozingen op grondniveau. Het hierboven beschreven effect, waarbij de maximale dosis buiten de terreingrens optreedt, is bij lozingen vanaf de grond niet aanwezig. In dit geval neemt de dosis steeds af met de afstand tot het lozingspunt. Dit betekent dat de berekende ongevalsdoses op de terreingrens tevens de maximale doses naar de omgeving zijn.

4. Onzekerheden

Het Gaussisch pluimmodel is voor lange termijn gemiddelden (zoals gebruikt bij lozingen tijdens normaal bedrijf) van de luchtconcentratie binnen een factor 2 tot 4 nauwkeurig.

De dosisconversiefactoren voor inwendige bestraling tengevolge van inademing zijn afhankelijk van het beschouwde radionuclide en de chemische vorm, waarin het zich bevindt. Verder bevatten de door het ICRP gebruikte modellen parameters voor de zogenaamde 'standaardmens' en brengen diengevolge geen individuele verschillen in rekening (ref. 5).

5. Referenties

1. Milieu-Effect Rapportage, deel 20: Effectvoorspelling II lucht; Ministerie van VROM, 1985
2. Programma NATDIS, lange termijn dispersiemodel gebaseerd op het Nationaal Model; Rev. 1984

3. US NRC Regulatory Guide 1.3:
Assumptions used for evaluating the potential radiological consequences of a Loss Of Coolant Accident for Boiling Water Reactors; June 1974
4. US NRC Regulatory Guide 1.25:
Assumptions used for evaluating the potential radiological consequences of a fuel handling accident in the fuel handling and storage facility for boiling and pressurized water reactors; March 1972
5. International Commission on Radiological Protection; Limits for intakes of radionuclides by workers, ICRP Publication 30; 1979

Depositie op de bodem

1. Cumulatieve bodembesmetting
2. Referenties

1. Cumulatieve bodembesmetting

Via de uitworp van radioactieve stoffen in de lucht tijdens het bedrijf van de verwerkings- en opslagfaciliteit, slaat een deel van deze stoffen neer op en in de omgeving van het terrein.

De belangrijkste radionucliden die na een gebruiksduur van 100 jaar van betekenis zijn voor de depositie op de bodem zijn Co-60 en Cs-137, afkomstig van verbranding van organisch vloeibaar en vast afval. Bij het overpakken van splijtstofelementen en gedurende de opslag in een vault komt ook Co-60 vrij.

Bij pessimistische veronderstellingen voor de depositiesnelheid (ref. 1) is de cumulatieve bodembesmetting na 100 jaar (in Bq/m²) binnen een straal van 5 km bepaald voor de drie uitvoeringsalternatieven van scenario 2 (zie tabel 1). De hieruit resulterende uitwendige stralingsdosis (in mSv/j) is berekend overeenkomstig ref. 2 op een hoogte van 1 m boven de grond.

De waarden vermeld in tabel 1 moeten nadrukkelijk als maxima worden beschouwd, omdat er geen rekening gehouden is met processen die de besmettingsgraad kunnen verlagen, zoals wegspoelen in de bodem.

Deze processen worden in belangrijke mate bepaald door lokale omstandigheden, en zullen in het lokatie-gebonden MER worden beschouwd. Om deze reden is bodembesmetting ook niet betrokken in de vergelijking van milieu-effecten in hoofdstuk 7 van dit MER.

		Voorgenomen activiteit	Uitvoeringsalternatief	
		A	B	C
Bodembesmetting 0-5 km (Bq/m ²)	Co-60	44	180	0,03
	Cs-137	0,003	670	0,003
Uitwendige dosis op 1 m hoogte (mSv/j)	Co-60	1,8 10 ⁻³	7,2 10 ⁻³	1,1 10 ⁻⁶
	Cs-137	3,0 10 ⁻⁸	6,7 10 ⁻³	3,0 10 ⁻⁸
	Totaal	1,8 10 ⁻³	1,4 10 ⁻²	1,1 10 ⁻⁶

Tabel 1. Bodembesmetting en uitwendige dosis na 100 jaar bedrijf binnen een straal van 5 km voor scenario 2 (2000 MWe)

2. Referenties

1. US NRC Regulatory Guide 1.111, Methods for estimating atmospheric transport and dispersion of gaseous effluents in routine releases from light-water-cooled reactors, july 1977
2. US NRC Regulatory Guide 1.109, Calculation of annual doses to man from routine releases of reactor effluents for the purpose of evaluating compliance with 10CFR Part 50, Appendix I, october 1977.

Uitgangspunten lozingsberekeningen laag- en middelradioactief afval

Bijlage 6.3

Uitgangspunten lozingsberekeningen laag- en middelhoofradioactief afval a)b)

	Normaal bedrijf		Storingen en ongevallen				
	verbranding kadavers + organisch vloeibaar	verbranding vast	extern trans- portongeval (brand)	brand opslag onverwerkt afval	intern transport- ongeval	gasexplosie c)	neerstortend vliegtuig met brand d) (zie ook brand on- verwerkt afval)
- hoeveelheid radioactief afval	organ. 25m ³ /j kadavers 5m ³ /j	480m ³ /j (S1) 685m ³ /j (S2)	60 vaten	200 m ³	1 vat of 1 container	75000 vaten +15000 cont.	50000 vaten +10000 cont.
- fractie beschadigde vaten/containers			100%	100%	100%	10%	1%
- fractie vrijkomende nucliden	1% e)	1% e)			0,1% vaten 0,01% cont.	1% vaten 0,1% cont.	1-10% vaten 0,1-1% cont.
- vrijkomende radioactiviteit	C-14, H-3 100% 1200 ALI _{inh}	C-14, H-3 100% 8000 ALI _{inh} (S1) 9800 ALI _{inh} (S2)	7.10 ⁴ ALI _{inh}	2.10 ⁵ ALI _{inh}	10 ALI _{inh}	7,5.10 ⁵ ALI _{inh}	1,6.10 ⁵ ALI _{inh}
- fractie aerosolen	100%	100%	10%	10%	1%	1%	1%
- fractie inhaleerbaar	100%	100%	10%	10%	10%	10%	10%
- lozingshoogte	50 m	50 m	0 m	0 m	0 m	0 m	0 m
- berekeningsmodel	Nationaal Model	Nationaal Model	US NRC RG 1.3 Pasquill F	US NRC RG 1.3 Pasquill F	US NRC RG 1.3 Pasquill F	US NRC RG 1.3 Pasquill F	US NRC RG 1.3 Pasquill F
- weersomstandigheden	jaargem. Schiphol	jaargem. Schiphol	windsnelheid 1 m/s	windsnelheid 1 m/s	windsnelheid 1 m/s	windsnelheid 1 m/s	windsnelheid 1 m/s

a) Berekening voor terreingrens op afstand van 200 m vanaf lozingspunt.

b) Nuclidenamenstelling jaar 1982. Vormt een redelijke bovengrens van de inventaris van de afgelopen 5 jaar (zie bijlagen 2.4 en 2.5).

c) Ca. 10% van totaal aantal opgeslagen vaten en containers in 6 gebouweenheden nabij terreingrens raakt beschadigd. Mate van beschadiging: 1% radioactiviteit van de vaten, resp. 0,1% van de containers komt vrij.

d) Ca. 1% van het totaal aantal vaten en containers in 4 opslaggebouwen raakt beschadigd. De mate van beschadiging in het direct getroffen gebouw is 10% vrijkomende radioactiviteit voor vaten en 1% voor containers. Voor de naastliggende 3 gebouwen is dit een factor 10 lager.

e) Fractie radionucliden die door filters wordt doorgelaten.

Uitgangspunten lozingsberekeningen hoogradioactief afval

Bijlage 6.4

Uitgangspunten lozingsberekeningen hoogradioactief afval a)

	Normaal bedrijf			Storingen en ongevallen			
	overpakken splijtstof- elementen in hotcell	lekkage opslag- cilinders in vault	lekkage splijtstof- elementen in water- bassin	beschadiging splijtstof- elementen bij overpakken in hotcell	beschadiging splijtstof- elementen bij transport in waterbassin	beschadiging splijtstof- elementen en opslagcil. bij transport in vault	vliegtuig- ongeval laadmachine splijtstof- elementen
- type opslag	droge opslag	droge opslag	natte opslag	droge opslag	natte opslag	droge opslag	droge opslag
- fractie lekkende/ beschadigde splijtstofstaven b)	1 ‰	1 ‰	1 ‰	10%	10%	10%	100%
- aantal splijtstof- elementen	KCD : 108/j KCB : 105/j 2000MWe: 120/j	5976 elem. (620 cil.)	KCD : 108/j KCB : 105/j 2000MWe: 120/j	1	1	8 (1 opslag- cilinder)	8 (1 opslag- cilinder)
- gemiddelde vervaltijd bij aanbod c)	5 à 6 j	5 à 6 j	5 à 6 j	5 à 6 j	5 à 6 j	5 à 6 j	5 à 6 j
- vrijkomende fractie edelgassen	30 %	30%	30%	30%	30%	30%	100%
- vrijkomende fractie jodium	10 %	10%	10%	10%	10%	10%	10%
- vrijkomende fractie aerosolen (crud)	10 %	10%	-	10%	-	10%	10%
- filter factor d)							
. water (jodium)	-	-	1 %	-	1%	-	-
. filters (jodium, aerosolen)	1 %	-	1 %	1%	1%	-	-
- effectieve lozings- hoogte	30 m	30 m	30 m	0 m	0 m	0 m	0 m
- berekeningsmodel	Nat. Model	Nat. Model	Nat. Model	US NRC RG 1.25	NRC RG 1.25	NRC RG 1.25	NRC RG 1.25
- weersomstandigheden	Jaargemid. Schiphol	Jaargemid. Schiphol	Jaargemid. Schiphol	Pasquill F windsnelh. 1 m/s	Pasquill F windsnelh. 1 m/s	Pasquill F windsnelh. 1 m/s	Pasquill F windsnelh. 1 m/s

a) Berekening voor terreingrens op afstand 200 m vanaf lozingspunt

b) Gebaseerd op ervaringen in kerncentrales

c) Voor vervaltijd 1 jaar bronterm maximaal factor 2 hoger

d) Fractie radionucliden die door filters (resp. waterbassin) wordt doorgelaten

