

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

VEILIGHEIDSRAPPORT

Bijlage 4 behorend bij de aanvraag tot
wijziging van de Kew-vergunning van
COVRA N.V.

Nummer : 95273
Revisie : 0
Datum : 15 augustus 1995

BIJLAGE 4 "VEILIGHEIDSRAPPORT"

Inhoudsopgave	Pagina
1. Inleiding	3
2. Algemene beschrijving van de inrichting	9
3. Lokatiebeschrijving	29
4. Veiligheidsaspecten	45
5. Afvalverwerkingsgebouw	61
6. Opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval	79
7. Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw	81
8. Organisatiestructuur	113
9. Stralingshygiëne	117
10. Emissies bij normaal bedrijf	131
11. Ongevalsanalyses	145
12. Niet-radiologische milieuaspecten	177
13. Ontmantelingsaspecten	183
14. Kwaliteitsborging	189
Afkortingen	195

HOOFDSTUK 1 INLEIDING

Inhoudsopgave	Pagina
1.1 Huidige Kew-vergunning	5
1.2 Huidige situatie	5
1.3 Wijziging van de huidige Kew-vergunning	5

1. INLEIDING

1.1 Huidige Kew-vergunning

In 1989 is aan COVRA een vergunning ingevolge de Kernenergiewet (Kew) verleend alsmede een bouwvergunning en een vergunning op grond van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (Wvo), die haar in staat stellen de zorg voor het Nederlandse radioactief afval op zich te nemen.

De in januari 1989 ingediende aanvraag voor de Kew-vergunning is vergezeld gegaan van een Milieu Effect Rapport (MER).

De Kew-vergunning staat de oprichting toe -als ook het in werking brengen en houden- van een verwerkings- en opslagfaciliteit voor laag- en middelradioactief afval en de oprichting van een tweetal opslaggebouwen voor hoogradioactief afval. Ten aanzien van de oprichting van deze faciliteiten is door de Afdeling voor de geschillen van bestuur van de Raad van State bij uitspraak van 17 juli 1992 bepaald, dat COVRA uitsluitend dat gedeelte van de faciliteiten mag oprichten, dat nodig is voor het afval van de twee bestaande kernenergiecentrales en een gelijkblijvend aanbod van afval uit ziekenhuizen, de industrie en onderzoeksinstellingen. COVRA heeft deze vergunning voor onbepaalde tijd.

1.2 Huidige situatie

Op het COVRA terrein in het industriegebied Vlissingen-Oost zijn inmiddels een kantoorgebouw, een afvalverwerkingsgebouw en een opslaggebouw met drie opslagcompartimenten voor het laag- en middelradioactief afval gerealiseerd. De twee vergunde opslaggebouwen voor het hoogradioactief afval zijn tot op heden niet gebouwd.

1.3 Wijziging van de huidige Kew-vergunning

Sinds het verlenen van de huidige Kew-vergunning hebben zich een aantal ontwikkelingen voorgedaan die het noodzakelijk maken deze vergunning te wijzigen.

In de eerste plaats betreft dit een aantal wijzigingen waarvoor COVRA een gedoogbeschikking heeft aangevraagd en in de tweede plaats betreft dit een aantal wijzigingen van activiteiten en installaties die noodzakelijk zijn om ook in de toekomst optimaal zorg te kunnen dragen voor het Nederlandse radioactief afval.

De beschrijving van de inrichting in dit "Veiligheidsrapport" is een volledige herziening, die de gehele inrichting omvat. Hiervoor is gekozen omdat het in 1989 ingediende veiligheidsrapport, behorende bij de vigerende vergunning, informatie bevat die niet meer actueel is. Op grond van de uitspraak door de Afdeling voor de geschillen van bestuur van de Raad van State is namelijk een deel van het in het veiligheidsrapport beschrevene niet

vergund. Een ander deel heeft zich ontwikkeld op een wijze die destijds niet werd voorzien, zodat een gedoogsituatie is ontstaan. Door het veiligheidsrapport volledig te herzien en duidelijker toe te spitsen op hoofdzaken, zijn de actuele gegevens weer in één document verzameld en wordt helderheid gegeven in hetgeen vergund dient te worden.

In het veiligheidsrapport komen achtereenvolgens aan de orde:

Hoofdstuk 2 : Algemene beschrijving van de inrichting

In dit hoofdstuk wordt een korte beschrijving gegeven van de faciliteiten voor verwerking, behandeling en opslag van radioactief afval.

Hoofdstuk 3 : Lokatiebeschrijving

In dit hoofdstuk wordt de vestigingsplaats beschreven.

Hoofdstuk 4 : Veiligheidsaspecten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de hoofduitgangspunten van de veiligheid en de consequenties hiervan voor de inrichting.

Hoofdstuk 5 : Afvalverwerkingsgebouw

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste gegevens van het gebouw en de installaties voor verwerking van laag- en middelradioactief afval opgenomen.

Hoofdstuk 6 : Opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste gegevens van de gebouwen voor opslag van laag- en middelradioactief afval opgenomen.

Hoofdstuk 7 : Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste gegevens van het gebouw en de installaties voor behandeling en opslag van hoogradioactief afval opgenomen.

Hoofdstuk 8 : Organisatiestructuur

In dit hoofdstuk wordt de organisatie van COVRA beschreven.

Hoofdstuk 9 : Stralingshygiëne

In dit hoofdstuk zijn, aansluitend op hoofdstuk 4, de uitgangspunten ten aanzien van de bescherming van het personeel en de omgeving tegen ioniserende straling aangegeven.

Hoofdstuk 10 : Emissies bij normaal bedrijf

In dit hoofdstuk is een samenvattend overzicht gegeven van de stralingsemissies en de emissies van radioactieve stoffen naar het oppervlaktewater en de atmosfeer, die tijdens normaal bedrijf van de inrichting op kunnen treden. Ingegaan wordt op de dosisconsequenties en de daaraan verbonden risico's voor de omgeving van de inrichting.

Hoofdstuk 11 : Ongevalsanalyses

In dit hoofdstuk is een samenvattend overzicht gegeven van de belangrijkste storingen en ongevallen die op kunnen treden. Ingegaan wordt op de daaraan verbonden risico's voor de omgeving van de inrichting.

Hoofdstuk 12 : Niet-radiologische milieuaspecten

In dit hoofdstuk wordt kort ingegaan op milieu-aspecten, die niet verbonden zijn aan ioniserende straling en emissies van radioactieve stoffen.

Hoofdstuk 13 : Ontmantelingsaspecten

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de aspecten die verbonden zijn aan de ontmanteling (afbraak) van de verschillende gebouwen van de inrichting.

Hoofdstuk 14 : Kwaliteitsborging

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het kwaliteitssysteem dat door COVRA wordt gehanteerd.

Aan het eind van dit veiligheidsrapport is een lijst bijgesloten met de gebruikte afkortingen.

De milieu-effecten van de voorgenomen activiteit ten aanzien van de verwerking en de opslag van radioactief afval zijn opgenomen in het MER. In het MER wordt tevens ingegaan op de milieu-effecten van uitvoeringsalternatieven.

HOOFDSTUK 2 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN DE INRICHTING

Inhoudsopgave	Pagina
2.1 Functie van de inrichting	11
2.2 Eigenaar en beheerder van de inrichting	11
2.3 Gebruiksduur van de inrichting	12
2.4 Omschrijving van de in de inrichting aanwezige radioactieve stoffen	12
2.4.1 Afvalcategorieën	12
2.4.2 Laag- en middelradioactief afval	14
2.4.2.1 Aard van het afval	14
2.4.2.2 Hoeveelheden en activiteit van het afval	17
2.4.2.3 Nuclidensamenstelling van het afval	17
2.4.3 Hoogradioactief afval	19
2.4.3.1 Aard van het afval	19
2.4.3.2 Hoeveelheden en activiteit van het afval	21
2.4.3.3 Nuclidensamenstelling van het afval	23
2.5 Omschrijving van de inrichting	23
2.5.1 Terrein en infrastructuur	23
2.5.2 Kantoorgebouw	25
2.5.3 Afvalverwerkingsgebouw	25
2.5.4 Laag- en middelradioactief afval opslaggebouwen	25
2.5.5 Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw	25
2.5.6 Verarmd uranium opslaggebouwen	27
2.5.7 Containeropslaggebouwen	27

2 ALGEMENE BESCHRIJVING VAN DE INRICHTING

2.1 Functie van de inrichting

De functie van de inrichting is het inzamelen, het zonodig bewerken, verwerken en verpakken en het gedurende tenminste 100 jaar bovengronds kunnen opslaan van het radioactief afval dat in Nederland ontstaat.

Voor het realiseren van deze functie dienen in de inrichting de volgende werkzaamheden te kunnen worden uitgevoerd:

- het inrichten, huisvesten, bedrijven en het onderhouden van een transportgroep gericht op de inzameling van radioactief afval,
- het ontvangen van transporten die door derden, onder toezicht van COVRA, worden uitgevoerd,
- het tijdelijk opslaan van vaten en containers met radioactief afval voorafgaande aan de verwerking, behandeling en opslag,
- het zo nodig bewerken, verwerken en verpakken van laag- en middelradioactief afval,
- het opslaan van al dan niet verwerkt laag- en middelradioactief afval,
- het behandelen, zo nodig verpakken en opslaan van hoogradioactief afval,
- het verzorgen van alle daarbij benodigde administratieve en controlerende handelingen.

2.2 Eigenaar en beheerder van de inrichting

Eigenaar en beheerder van de inrichting is de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) N.V.

COVRA is op 17 december 1982 opgericht, mede op initiatief van de Rijksoverheid.

COVRA heeft volgens haar statuten ten doel blijvend en bedrijfsmatig te voorzien in de zorg voor alle aan haar aangeboden radioactief afval, direct of indirect afkomstig van houders van een vergunning krachtens de Kew, en daarvoor mede in aanmerking komende, al dan niet ioniserende stralen uitzendende stoffen en voorwerpen. Tot het doel van COVRA behoort in het bijzonder het verwerven, inzamelen, bewerken, verwerken, tijdelijk en duurzaam bewaren en het verwijderen van dit afval, een en ander binnen de grenzen van het beleid van de rijksoverheid ter zake van radioactief afval.

De huidige aandeelhouders van COVRA zijn:

- de Staat der Nederlanden,
- de N.V. Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ),
- de N.V. Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland (GKN),
- de Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN).

De Staat der Nederlanden beschikt over 10% van de aandelen, de overige aandeelhouders over elk 30%.

De betrokkenheid van de Staat der Nederlanden is op een aantal manieren gewaarborgd. Vastgelegd is, dat er tenminste één commissaris namens de overheid zitting heeft in de Raad van Commissarissen van COVRA. Verder is de rol van de Staat nader gepreciseerd in de statuten van COVRA en in een overeenkomst tussen de aandeelhouders van COVRA.

2.3 Gebruiksduur van de inrichting

De gebruiksduur van de inrichting hangt af van het moment waarop een definitieve opbergplaats voor het radioactief afval beschikbaar komt en er besloten kan worden om de inhoud van de opslagruimten over te brengen naar die eindopbergplaats. Vooralsnog wordt uitgegaan van de verwachting dat het afval gedurende tenminste 100 jaar moet kunnen worden opgeslagen.

Gedurende deze periode zal een deel van het afval door radioactief verval een zodanige activiteit hebben bereikt dat het als conventioneel afval kan worden afgevoerd.

Gezien de relatief lange gebruiksduur van de inrichting is bij het ontwerp van de gebouwen en installaties rekening gehouden met de mogelijkheid om herverpakking van afval, danwel reparaties en vervanging van gebouwdelen en installatiedelen uit te kunnen voeren. Daarnaast is extra aandacht besteed aan aspecten, zoals materiaalkeuze, die van invloed zijn op de levensduur.

Daarnaast kan het noodzakelijk blijken om moeilijk of niet direct voor mensen toegankelijke delen van gebouwen te inspecteren en zo nodig te repareren of te modificeren. Bij het ontwerp is dan ook rekening gehouden met de mogelijkheid om in een dergelijk geval het radioactief afval dat zich in het betreffende gebouwdeel bevindt over te brengen naar een ander gebouwdeel, zodat de noodzakelijke werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd.

2.4 Omschrijving van de in de inrichting aanwezige radioactieve stoffen

2.4.1 Afvalcategorieën

In de Kew is ondermeer vastgelegd, dat het zonder vergunning niet is toegestaan radioactieve stoffen te bereiden, voorhanden te hebben of toe te passen, met uitzondering van een aantal specifiek in de wet genoemde stoffen.

Hiertoe behoren:

- radioactieve stoffen waarvan de activiteit minder bedraagt dan 100 Becquerel per gram,
- vaste natuurlijke radioactieve stoffen, waarvan de activiteit minder bedraagt dan 500 Becquerel per gram,
- de nucliden Rubidium-87, Samarium-147, Rhenium-187, Indium-115 en Neodymium-144,
- radioactieve stoffen die tezamen als één bron van straling kunnen worden beschouwd indien de totale activiteit, afhankelijk van de radiotoxiciteit van de nucliden, minder bedraagt dan de wettelijk vastgelegde waarde,
- radioactieve stoffen die zich bevinden in een apparaat, waarbij op geen enkel punt op 0,1 meter afstand van het oppervlak een dosisequivalenttempo kan worden veroorzaakt van meer dan 1 microSievert per uur.

In Nederland bevinden zich een groot aantal bedrijven en instellingen, die in het bezit zijn van een vergunning krachtens de Kew en die als gevolg van hun activiteiten radioactief afval produceren.

In de doelstelling van COVRA, om zorg te dragen voor het radioactief afval, is impliciet aangegeven dat dit uitsluitend Nederlands radioactief afval betreft. Het radioactief afval dat aan COVRA wordt aangeboden, kan afval zijn dat in Nederland ontstaat bij werkzaamheden met radioactieve stoffen uitgevoerd door een bedrijf of instelling die daar een vergunning krachtens de Kew voor heeft. Ook kan het radioactief afval in het buitenland ontstaan, wanneer het afval het resultaat is van verwerking van Nederlands radioactief materiaal in verwerkingsinstallaties die in Nederland niet beschikbaar zijn.

Het aangeboden radioactief afval wordt in het algemeen onderverdeeld in de categorie laag- en middelradioactief afval en de categorie hoogradioactief afval.

Een deel van het laag- en middelradioactief afval wordt aan COVRA in reeds verwerkte en verpakte vorm aangeboden en kan direct in opslag worden genomen. Daarnaast wordt laag- en middelradioactief afval aangeboden dat weliswaar verpakt, maar gezien haar aard en activiteit onverwerkt kan worden opgeslagen.

Het overige laag- en middelradioactief afval dient door COVRA te worden verwerkt en verpakt.

Ook het hoogradioactief afval wordt voor een belangrijk deel in reeds verwerkte en verpakte vorm aangeboden. Hiertoe behoort het opwerkingsafval van de Nederlandse kernenergiecentrales. Een ander deel, waaronder de gebruikte splijtstofelementen van de onderzoeksreactoren in Nederland, dient door COVRA te kunnen worden verpakt.

Bij beschikking van 31 augustus 1987, op grond van de Kew, is COVRA als enige organisatie in Nederland erkend als ophaaldienst van radioactieve stoffen, splijtstoffen en ertsen bevattende afvalstoffen. Aan deze erkenning is verbonden een acceptatieplicht voor aan COVRA aangeboden afval. Onder het door COVRA in de komende jaren in te zamelen afval moet dan ook worden begrepen al het aan haar aangeboden radioactief afval, ongeacht of dit kan worden ingedeeld in één van de in de navolgende paragrafen beschreven categorieën.

Afval dat wat betreft haar aard buiten de in het navolgende beschreven afvalcategorieën valt kan door COVRA geaccepteerd worden indien, en voor zover, het toelaatbare stralingsniveau in de omgeving en de toelaatbare emissies niet overschreden worden en de veiligheid van de inrichting ten aanzien van de risico's van het personeel en de omgeving zoals beschreven in dit veiligheidsrapport, niet nadelig worden beïnvloed.

Ten behoeve van de verwerking en verpakking van andersoortige afvalcategorieën kan het noodzakelijk zijn om additionele verwerkings- en verpakkingsmethoden te moeten toepassen en hiertoe installaties en ruimten te moeten realiseren.

Daarnaast is het mogelijk dat technische ontwikkelingen, die ondermeer verkleining van het afvalvolume ten doel kunnen hebben, ertoe kunnen leiden dat het radioactief afval in andere typen verpakkingen wordt aangeboden dan hierna beschreven.

2.4.2 Laag- en middelradioactief afval

2.4.2.1 Aard van het afval

Het laag- en middelradioactief afval dat aan COVRA wordt aangeboden kan, in het algemeen, worden ingedeeld in:

- a. onverwerkt bedrijfsafval,
- b. verwerkt en verpakt bedrijfsafval,
- c. opwerkingsafval,
- d. ontmantelingsafval.

a. Onverwerkt bedrijfsafval

Tot deze categorie behoort het radioactieve bedrijfsafval van ziekenhuizen, de industrie, onderzoeksinstituten en de kernenergiecentrales. Deze categorie is nader onder te verdelen in te verwerken afval en niet te verwerken afval.

Te verwerken afval

De samenstelling van het afval dat door COVRA moet worden verwerkt is erg gevarieerd en bestaat ondermeer uit niet meer te gebruiken stoffen, radioactief besmette voorwerpen, alsmede stoffen en voorwerpen die mogelijk met radioactieve stoffen in aanraking zijn geweest.

Op basis van de aard van het afval en/of toe te passen verwerkingsmethode wordt onderscheid gemaakt tussen vloeistoffen, telpotjes, telmatjes, slurries/slib, kadavers, persbaar (vast) afval, stralingsbronnen en overig afval.

Tot de vloeistoffen behoren mengvloeistoffen, organische vloeistoffen en anorganische vloeistoffen. Tot het persbare afval behoren onder andere papier, karton, hout, katoen, kunststoffen, laboratoriummateriaal, doekfiltermateriaal en actieve koolfilters. Onder het overige afval worden ondermeer grote metalen delen, grote gereedschappen en (delen van) installaties verstaan.

Het te verwerken afval kan in het algemeen in door COVRA aangeleverde standaardverpakkingen worden aangeboden, waaronder 100-liter vaten voor vast afval, 30- en 60-liter vaten voor vloeibaar afval en 60-liter boxen voor kadavers. Voor bijzondere afvalcategorieën worden afwijkende verpakkingen toegepast. Voorbeelden hiervan zijn het vloeibare en het vaste radioactieve afval dat ontstaat bij van de produktie van molybdeen voor medische toepassingen.

Het vloeibare afval van de molybdeenproduktie wordt in kleine hoeveelheden van circa 30 tot 50 liter aangeboden in vaten die zich, ten behoeve van de noodzakelijke afscherming, binnen een transportcontainer bevinden. Het vaste afval van de molybdeenproduktie, dat ondermeer bestaat uit filters, kolommen en oplosvaten, wordt in stalen vaten met een inhoud van circa 60 liter aangeboden.

Het te verwerken afval wordt door COVRA na verwerking verpakt en vervolgens opgeslagen. Het doel van de verwerking is primair een voor langdurige opslag geschikt produkt te verkrijgen, daarnaast volumereductie te bereiken en zo nodig reductie van het stralingsniveau te bewerkstelligen.

Niet te verwerken afval

Tot het aangeboden afval, dat gezien haar aard en activiteit geen verwerking behoeft alvorens het wordt opgeslagen, behoort ondermeer vast, korrelvormig radioactief afval dat afkomstig is uit produktieprocessen van de ertsverwerkende - en procesindustrie.

Het radioactieve afval van de ertsverwerkende - en de procesindustrie ontstaat door produktieprocessen waarbij concentrering van radioactieve stoffen plaatsvindt die van nature in de door deze bedrijven verwerkte grondstoffen aanwezig zijn. Afhankelijk van de mate van concentrering van radioactiviteit in de vrijkomende restprodukten wordt dit aangemerkt als radioactief afval. Een voorbeeld daarvan is het calcinaat dat ontstaat bij de fosforproduktie in Nederland. Dit afval bestaat uit een korrelvormig produkt dat wordt aangeboden in standaard containers van circa 40 m³ die door COVRA rechtstreeks in opslag worden genomen. Deze categorie radioactief afval bevat diverse natuurlijke nucliden uit de uranium- en thoriumreeks.

Het verarmde uranium afkomstig van de uraniumverrijkingsindustrie kan ten aanzien van de fysische en radiologische aard beschouwd worden als niet te verwerken afval. Kenmerkend voor dit verarmde uranium is dat potentiële gebruikswaarde als grondstof aanwezig is. Zolang (her)gebruik niet daadwerkelijk plaatsvindt, dient het verarmd uranium eveneens voor een (mogelijk) lange termijn verantwoord te worden opgeslagen. Wanneer geen (her)gebruiksmogelijkheden ontstaan, zal het materiaal te zijner tijd als afval moeten worden beschouwd.

Het verarmde uraniumoxide wordt aangeboden in containers met een inhoud van circa 3,5 m³ die door COVRA rechtstreeks in opslag worden genomen. Om een voor langdurige opslag geschikt produkt te verkrijgen is het verarmde uraniumhexafluoride (UF₆), dat afkomstig is van de uraniumverrijkingsindustrie in Nederland, omgezet in uraniumoxide (U₃O₈). Dit omzettingsproces vindt plaats in het buitenland waarbij het ontstane korrelvormige U₃O₈ wordt verpakt in containers, alvorens het naar Nederland wordt teruggebracht. Het verarmde uraniumoxide bestaat grotendeels uit U-238 en bevat minder dan 0,7 gewichtsprocent U-235.

b. Verwerkt en verpakt bedrijfsafval

Tot deze categorie behoort het laag- en middelradioactief afval dat door diverse producenten met eigen verwerkingsinstallaties reeds is verwerkt en verpakt. Een voorbeeld hiervan is het vastgemaakte slib uit de waterbehandelingsinstallaties van de kernenergiecentrales in Nederland. In de kernenergiecentrales worden residuen (slib) van waterreinigingssystemen, zoals filterhulpmiddelen, indamperconcentraten en ionenwisselaarharsen geïmmobiliseerd en verpakt in 200-liter vaten of in containers met een inhoud van 1000 of 1500 liter. Dit produkt wordt door COVRA rechtstreeks in opslag genomen.

c. Opwerkingsafval

Bij het opwerkingsproces van de bestraalde splijtstofelementen van de kernenergiecentrales in Nederland ontstaat naast hoogradioactief afval tevens laag- en middelradioactief bedrijfsafval, zoals pijpen, kleppen, pompen, laboratoriummateriaal, bedrijfskleding en verpakkingsmateriaal. Dit afval wordt in het buitenland door de opwerkingsinstallaties verwerkt en als een geïmmobiliseerd en verpakt produkt naar Nederland teruggebracht. Dit produkt wordt door COVRA rechtstreeks in opslag genomen.

d. Ontmantelingsafval

Een deel van het afval dat ontstaat bij het onderhoud, het modificeren en het ontmantelen van kernenergiecentrales, onderzoeksreactoren en laboratoria, waarin met radioactieve stoffen wordt gewerkt, is radioactief en bestaat ondermeer uit geactiveerde constructiedelen en besmette (gecontanimeerde) componenten. Het grootste gedeelte hiervan behoort tot de categorie laag- en middelradioactief afval en wordt door de diverse producenten in onverwerkte of in verwerkte (verpakte) vorm aangeboden.

Afhankelijk van de aard waarop dit afval wordt aangeboden, wordt het door COVRA zonodig verwerkt en verpakt alvorens het in opslag wordt genomen.

2.4.2.2 Hoeveelheden en activiteit van het afval

Het uitgangspunt voor de capaciteit van de inrichting, de berekening van de optredende emissies en de bepaling van de mogelijke risico's die aan de inrichting verbonden zijn, wordt gevormd door de verwachte hoeveelheden en de activiteit van het aangeboden radioactief afval.

De totale hoeveelheden laag- en middelradioactief afval die naar verwachting na circa 100 jaar in de inrichting aanwezig zullen zijn, zijn aangegeven in tabel 2.4.2.2.

De in tabel 2.4.2.2 opgenomen hoeveelheden laag- en middelradioactief afval betreffen de, na eventuele verwerking en verpakking, in opslag te nemen geraamde totale hoeveelheden. De aangegeven activiteit betreft de totale hoeveelheid aangeboden activiteit van het afval.

Aangezien het jaarlijks aanbod aan laag- en middelradioactief afval kan variëren zijn de jaarlijks aangeboden hoeveelheden bij de berekening van de optredende emissies en de bepaling van de mogelijke risico's conservatief ingeschat.

Tabel 2.4.2.2 Geraamde totale hoeveelheden in opslag te nemen laag- en middelradioactief afval in volume en activiteit

Afvalcategorie	Volume (m ³)	Activiteit (TBq)
Onverwerkt bedrijfsafval		
- Te verwerken	50.000	13.500
- Niet te verwerken	108.000	1.600
Verwerkt (verpakt) bedrijfsafval	10.000	800
Opwerkingsafval	2.000	4.000
Ontmantelingsafval	18.000	6.000

2.4.2.3 Nuclidensamenstelling van het afval

In tabel 2.4.2.3 zijn de belangrijkste nucliden aangegeven die in het laag- en middelradioactief afval aanwezig kunnen zijn, alsmede hun halveringstijd. De aangegeven nucliden zijn de radionucliden die tengevolge van de aangeboden hoeveelheden, danwel door hun halveringstijd, in belangrijke mate bijdragen tot de totale hoeveelheid opgeslagen activiteit die in de inrichting aanwezig is.

Tabel 2.4.2.3 Overzicht van de belangrijkste nucliden die in laag- en middelradioactief afval aanwezig kunnen zijn

Radionuclide	Halveringstijd		
	< 1 jaar	1 - 100 jaar	> 100 jaar
Ag-110m	249,9 d		4,3.10 ² a
Am-241			
Bi-210	5,0 d	1,3 a	
Cd-109			5,7.10 ³ a
Co-57	270,9 d		
Co-58	70,8 d		
Co-60		5,3 a	
Cr-51	27,7 d		
Cs-134		2,1 a	
Cs-137		30,0 a	
C-14			
Fe-55		2,7 a	
H-3		12,4 a	
Ir-192	74,0 d		2,4.10 ⁴ a
I-125	60,1 d		
I-131	8,0 d		
Kr-85		10,7 a	
Mn-54	312,5 d		
Mo-99	2,8 d		
Ni-63		96,0 a	
Pb-210		22,3 a	
Pm-147		2,6 a	
Po-210	138,4 d		
Pu-239			1,6.10 ³ a
Ra-226			
Ra-228		5,8 a	
Ru-103	39,3 d		
Ru-106		1,0 a	
Sb-124	60,2 d		
Sr-90		29,1 a	
S-35	87,4 d		
Tc-99			2,1.10 ⁵ a
Th-nat.			1,4.10 ¹⁰ a
Tl-201	3,0 d		
U-235			7,0.10 ⁸ a
U-238			4,5.10 ⁹ a
U-nat			4,5.10 ⁹ a
Zn-65	243,9 d		

d = dagen; a = jaren

2.4.3 Hoogradioactief afval

2.4.3.1 Aard van het afval

Het hoogradioactief afval dat aan COVRA wordt aangeboden kan, in het algemeen, worden ingedeeld in: a. warmteproducerend en b. niet-warmteproducerend afval.

a. Warmteproducerend hoogradioactief afval

Deze categorie omvat afval, waarvan de warmteproductie het noodzakelijk maakt om voorzieningen te treffen teneinde de vrijkomende warmte af te voeren. Tot deze categorie wordt tevens het materiaal gerekend dat aanmerkelijke hoeveelheden splijtbare stoffen bevat en, gezien de hieraan verbonden kritikaliteits- en non-proliferatieaspecten, op overeenkomstige wijze moet worden opgeslagen (dit is met warmteproducerend hoogradioactief gelijkgesteld afval).

Tot het warmteproducerend afval behoren het kernsplijtingsafval dat ontstaat bij het opwerkingsproces van de bestraalde splijststofelementen van de kernenergiecentrales Borssele en Dodewaard. Tot het hiermee gelijkgestelde afval behoren bestraalde splijststofelementen en splijststofhoudende regelementen van de onderzoeksreactoren in Nederland, alsmede splijststofresten en splijststof bevattend materiaal.

Kernsplijtingsafval

De bestraalde splijststofelementen van de kernenergiecentrales Borssele en Dodewaard worden in het buitenland, tezamen met de elementen van andere buitenlandse kernreactoren, opgewerkt. Een equivalent deel van het opwerkingsafval dat hierbij ontstaat, gebaseerd op de geleverde hoeveelheid splijststof, wordt aan Nederland teruggeleverd.

Tijdens de opwerking wordt het nog bruikbare deel van de splijststof gescheiden van de gevormde radioactieve producten. Deze bestaan uit de splijtingsprodukten die zijn ontstaan bij de kernsplijting van isotopen, zoals U-235, en actiniden die zijn ontstaan door het invangen van neutronen in niet splijtbare isotopen, zoals U-238.

Bij het opwerkingsproces worden de splijtingsprodukten en de actiniden homogeen gefixeerd in een duurzame glasmatrix die zich in een roestvaststalen canister van circa 175 liter bevindt. Dit opwerkingsafval, waarin het grootste deel van de bij opwerking vrijkomende activiteit is geconcentreerd, wordt kernsplijtingsafval (KSA) genoemd. Dit afval heeft, tengevolge van het radioactief verval van de splijtingsprodukten, een relatief hoge warmteproductie van circa 2,5 kW per canister. Dit afval is zodanig verpakt dat het door COVRA rechtstreeks in opslag wordt genomen.

Bestraalde splijstofelementen/regelementen

De bestraalde splijstofelementen en regelementen die bij COVRA worden opgeslagen zijn afkomstig van de onderzoeksreactoren in Nederland. Deze elementen hebben afmetingen van circa 80 x 80 x 1000 mm en bestaan uit een aluminium raamwerk waarin de splijstof is opgesloten. De verrijkingsgraad van deze splijstof kan maximaal 95% U-235 bedragen. Tijdens het gebruik van de splijstofelementen in de reactoren ontstaan radioactieve splijtingsprodukten en actiniden die opgesloten zitten in de aluminium platen. De bestraalde splijstofelementen en regelementen worden door COVRA verpakt in roestvaststalen canisters, die worden dichtgelast en gevuld met een inert gas. Dit afval heeft, ten opzichte van KSA, een relatief geringe warmteproductie.

Splijstof(resten)

Het splijstofresten en splijstof bevattend materiaal dat op overeenkomstige wijze als warmteproducerend afval wordt opgeslagen, is ondermeer afkomstig van onderzoeksinstellingen in Nederland. Dit materiaal heeft ten opzichte van KSA een relatief geringe warmteproductie. Het wordt door COVRA verpakt in roestvaststalen canisters die geschikt zijn om in opslag te nemen.

b. *Niet-warmteproducerend hoogradioactief afval*

Deze categorie omvat afval met een zodanig beperkte warmteproductie dat geen bijzondere voorzieningen noodzakelijk zijn om de vrijkomende warmte af te voeren. Dit afval wordt in het navolgende aangeduid als Hoog Actief Vast Afval (HAVA).

Tot het HAVA behoort hoogradioactief afval dat ontstaat bij het opwerkingsproces van de bestraalde splijstofelementen van de kernenergiecentrales Borssele en Dodewaard, hoogradioactief ontmantelingsafval en overig hoogradioactief afval dat ondermeer afkomstig is van onderzoeksinstellingen.

Opwerkingsafval

Bij de opwerking van de bestraalde splijstofelementen van de kernenergiecentrales Borssele en Dodewaard ontstaat naast laag- en middelradioactief opwerkingsafval (zie paragraaf 2.4.2.1) en het KSA tevens hoogradioactief afval dat bestaat uit de geactiveerde constructiematerialen van de splijstofelementen, zoals metalen hulzen en eindstukken, afval van reinigingsinstallaties, zoals geconcentreerd slib, en alfhoudend afval.

Door de buitenlandse opwerkingsinstallaties wordt dit afval verpakt in vaten van diverse afmetingen en gefixeerd in een matrix van bijvoorbeeld bitumen of beton. Het hoogradioactieve opwerkingsafval is zodanig verpakt dat het door COVRA rechtstreeks in opslag wordt genomen.

Ontmantelingsafval

Een deel van het ontmantelingsafval dat beschreven is in paragraaf 2.4.2.1 behoort tot de categorie hoogradioactief afval. Dit afval wordt door COVRA zonodig behandeld en verpakt alvorens het in opslag wordt genomen.

Overig hoogradioactief afval

Het overige hoogradioactieve niet-warmteproducerende afval is ondermeer afkomstig van researchreactoren en laboratoria van onderzoeksinstellingen. Dit afval is zeer divers van samenstelling en kan ondermeer bestaan uit generatoren van isotopen-productie, hoogradioactieve bronnen en overig afval van experimenten.

Dit afval wordt door COVRA zonodig behandeld en verpakt alvorens het in opslag wordt genomen.

2.4.3.2 Hoeveelheden en activiteit van het afval

Het uitgangspunt voor de capaciteit van de inrichting, de berekening van de optredende emissies en de bepaling van de mogelijke risico's die aan de inrichting verbonden zijn, wordt gevormd door de verwachte hoeveelheden en de activiteit van het aangeboden radioactief afval.

De totale hoeveelheden hoogradioactief afval die naar verwachting na circa 100 jaar in de inrichting aanwezig zullen zijn, zijn aangegeven in tabel 2.4.3.2.

Tabel 2.4.3.2 Geraamde totale hoeveelheden in opslag te nemen hoogradioactief afval in volume en activiteit

Afvalcategorie	Volume (m ³)	Activiteit (TBq)
Warmteproducerend en hiermee gelijkgesteld afval		
- splijtstofelementen, regelementen, splijtstof(resten)	40	980.000
- kernsplijtingsafval (KSA)	70	9.620.000
Niet-warmteproducerend afval (HAVA)		
- ontmantelingsafval	2000	20.000
- opwerkingsafval	810	300.000
- overig hoogradioactief afval	120	16.000

Tabel 2.4.3.3 Overzicht van de belangrijkste nucliden die in hoogradioactief afval aanwezig kunnen zijn.

Radionuclide	Halveringstijd		
	< 1 jaar	1 - 100 jaar	> 100 jaar
Am-241			$4,3 \cdot 10^2$ a
Am-243			$7,4 \cdot 10^3$ a
Ba-137m	2,6 m		
Ce-141	32,5 d		
Ce-144	284,3 d		
Co-60		5,3 a	
Cs-134		2,1 a	
Cs-137		30,0 a	
Cm-244		18,1 a	
Eu-154		8,6 a	
Eu-155		5,0 a	
Fe-55		2,7 a	
H-3		12,4 a	
Kr-85		10,7 a	
Ni-63		96,0 a	
Nb-95	35,2 d		
Nb-95m	3,6 d		
Np-237			$2,1 \cdot 10^6$ a
Pm-147		2,6 a	
Pr-144	17,3 m		
Pr-144m	7,2 m		
Pu-238		87,7 a	
Pu-239			$2,4 \cdot 10^4$ a
Pu-240			$6,5 \cdot 10^3$ a
Pu-241		14,4 a	
Pu-242			$3,7 \cdot 10^5$ a
Rh-103m	56,1 m		
Rh-106	29,8 s		
Ru-103	39,3 d		
Ru-106		1,0 a	
Sb-125		2,8 a	
Sm-151		88,8 a	
Sn-123	129,2 d		
Sr-89	50,5 d		
Sr-90		29,1 a	
Te-125m	58,0 d		
Te-127	9,4 u		
Te-127m	109,0 d		
U-234			$2,4 \cdot 10^5$ a
U-235			$7,0 \cdot 10^8$ a
U-236			$2,3 \cdot 10^7$ a
U-238			$4,5 \cdot 10^9$ a
Y-90	2,7 d		
Y-91	58,5 d		
Zr-95	64,0 d		

s = seconden; m = minuten; u = uren; d = dagen; a = jaren

De in tabel 2.4.3.2 aangegeven hoeveelheden hoogradioactief afval betreffen de, na eventuele verpakking, in opslag te nemen geraamde totale hoeveelheden. De aangegeven activiteit betreft de totale hoeveelheid aangeboden activiteit van het afval.

2.4.3.3 Nuclidensamenstelling van het afval

In tabel 2.4.3.3 zijn de belangrijkste nucliden aangegeven die in het hoogradioactief afval aanwezig kunnen zijn, alsmede hun halveringstijd. De aangegeven nucliden zijn de radionucliden die tengevolge van de aangeboden hoeveelheden, danwel door hun halveringstijd in belangrijke mate de totale hoeveelheid activiteit bepalen die in de inrichting aanwezig is.

2.5 Omschrijving van de inrichting

2.5.1 Terrein en infrastructuur

In paragraaf 2.4 is een beschrijving gegeven van de verwachte totale hoeveelheid en activiteit van het radioactief afval zoals dat aan COVRA zal worden aangeboden. Aangegeven is, dat het afval dat daadwerkelijk aan COVRA wordt aangeboden in aard en hoeveelheid kan afwijken van deze beschrijving.

Gezien de onzekerheden die daaraan verbonden zijn, voorziet het ontwerp van de inrichting in de mogelijkheid van modulaire bouw waarbij de gebouwen en installaties, afhankelijk van het werkelijke aanbod, worden gerealiseerd.

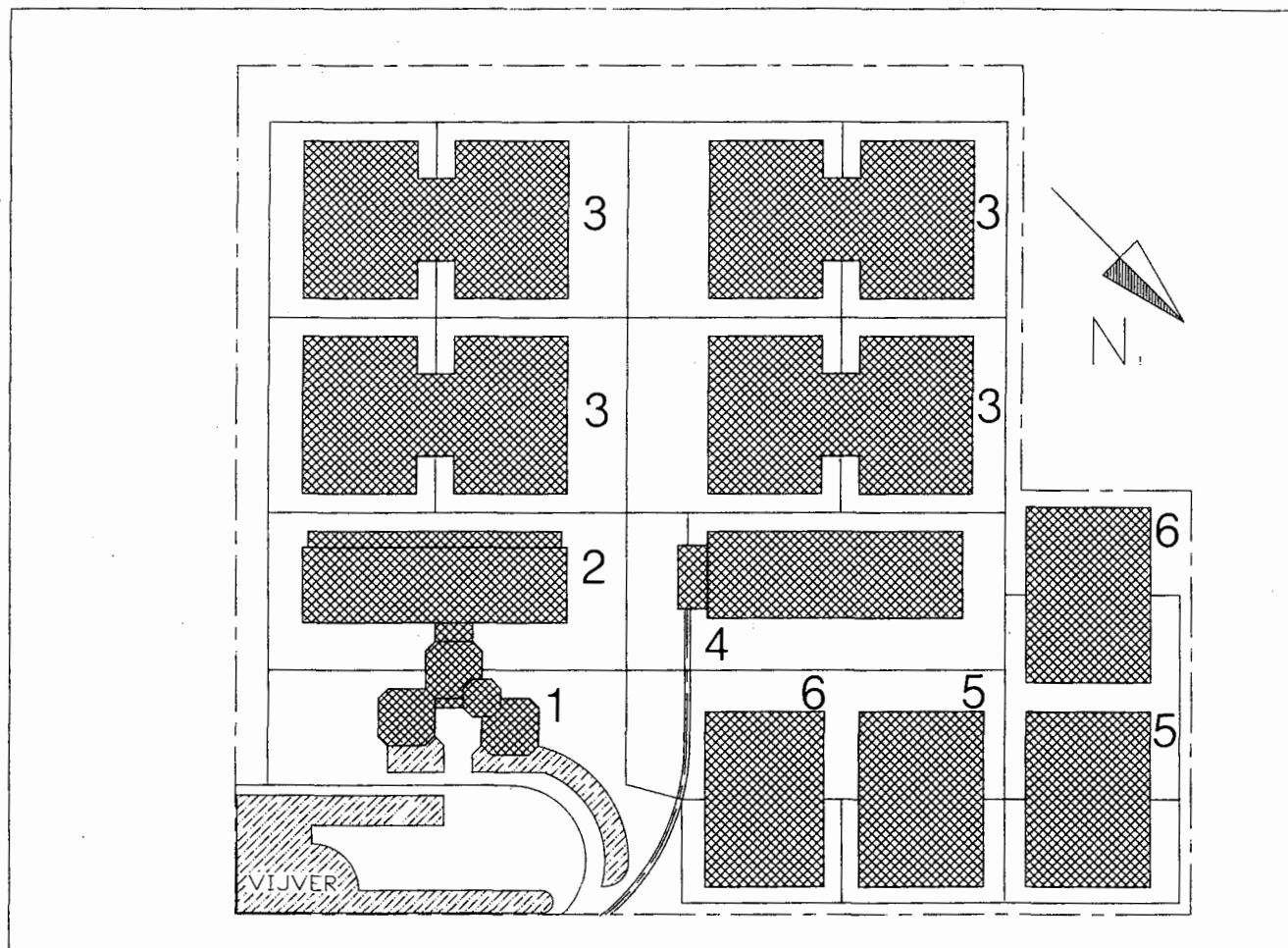
Het administratieve beheer van COVRA voorziet daarbij in het vastleggen van de werkelijke hoeveelheden, de samenstelling en de activiteit van het radioactief afval die in de inrichting aanwezig zijn en waar deze is opgeslagen.

De omvang van de inrichting is beperkt tot het voor opslag en verwerking van radioactief afval beschikbare grondoppervlak op het terrein in het industriegebied Vlissingen-Oost in het deel dat tot de gemeente Borsele behoort. De opslagcapaciteit van de inrichting voor de verschillende afvalcategorieën is hierbij beperkt tot de hoeveelheden afval, zoals weergegeven in paragraaf 2.4, en de hiertoe benodigde gebouwen, zoals die in het navolgende beschreven worden.

Het terrein is omgeven door een hekwerk en voorzien van wegen, een spoorweg aansluiting en systemen voor afvoer van bedrijfsafvalwater, hemelwater- en sanitair afvalwater. Op het terrein bevinden zich een bluswaternetwerk en een vijver die dient als bufferopslag van hemelwater, als koelwaterreservoir en als noodreservoir voor bluswater.

Verder zijn een gasinkoopstation en een waterinkoopstation aanwezig.

Figuur 2.5.1 Omvang van de inrichting in volledig gevulde omvang
1. Kantoorgebouw, 2. Afvalverwerkingsgebouw, 3. Laag- en
middelradioactief afvalopslaggebouw, 4. Hoogradioactief afval
behandelings- en opslaggebouw, 5. Container opslaggebouw,
6. Verarmd uraniumopslaggebouw.



De gebouwen van de inrichting zijn weergegeven in figuur 2.5.1 en in de volgende paragrafen:

- 2.5.2 Een KantoorGebouw (KG) van waaruit alle werkzaamheden worden gecoördineerd.

In het KG zijn de algemene voorzieningen van de inrichting opgenomen, waaronder de centrale toegang, de kantoren voor medewerkers van COVRA, de voorlichtingsruimte en de bedrijfskantine.

- 2.5.3 Een AfvalVerwerkingsGebouw (AVG) voor de verwerking en verpakking van onverwerkt aangevoerd laag- en middelradioactief afval.

In het AVG wordt laag- en middelradioactief afval verwerkt tot een geïmmobiliseerd, verpakt produkt. Hiertoe zijn in dit gebouw een aantal verwerkingsinstallaties gerealiseerd, waaronder:

- een maalininstallatie voor telpotjes met vloeistoffen,
- een vloeistofscheidingsinstallatie,
- een verbrandingsinstallatie voor vloeistoffen,
- een verbrandingsinstallatie voor kadavers en ander organisch materiaal,
- een asimmobilisatieinstallatie,
- een cementeringsinstallatie,
- een waterbehandelingsinstallatie,
- een persinstallatie,
- een verschrotingsinstallatie.

Naast ruimten ten behoeve van deze installaties zijn in het AVG een ontvangsthal, bufferopslagruimtes, laboratoria, een centrale controlekamer en diverse ruimtes voor hulpsystemen, zoals ventilatievoorzieningen, energievoorziening en dergelijke, aanwezig.

- 2.5.4 Laag- en middelradioactief afval OpslagGebouwen (LOG) voor de opslag van verwerkt en verpakt laag- en middelradioactief afval.

Deze opslaggebouwen bestaan uit een ontvangsthal en vier opslagruimten (modulaire compartimenten) ten behoeve van de opslag van vaten en containers met geïmmobiliseerd, verpakt afval.

- 2.5.5 Een Hoogradioactief Afval Behandelings- en OpslagGebouw (HABOG) voor de behandeling en opslag van warmteproducerend en niet-warmteproducerend hoogradioactief afval.

Dit gebouw bestaat in hoofdlijnen uit:

- een ontvangsthal,
- een ontladruimte,
- een verpakkingsruimte,
- transportruimten,

Figuur 2.5.2 De huidige terreininfilling en de invulling rond het jaar 2015, 2030, 2060 en 2095



- opslagruimten (modulaire compartimenten) voor warmteproducerend en daarmee gelijkgesteld afval,
- opslagruimten (modulaire compartimenten) voor niet-warmteproducerend afval.

Naast deze ruimten zijn in het HABOG een controlekamer en diverse ruimtes ten behoeve van hulpsystemen, zoals ventilatievoorzieningen, energievoorziening en dergelijke, aanwezig.

2.5.6 Verarmd uranium OpslagGebouwen (VOG) voor opslag van verarmd uraniumoxide.

Deze gebouwen bestaan uit een ontvangstruimte en een of meerdere opslagruimte(n) voor containers waarin zich het afval bevindt.

2.5.7 ContainerOpslagGebouwen (COG) voor opslag van onverwerkt laag- en middelradioactief afval in containers.

Deze gebouwen bestaan uit een ontvangstruimte en een of meerdere opslagruimte(n) voor containers waarin zich het afval bevindt.

In figuur 2.5.2 is aangegeven welke gebouwen anno 1995 reeds zijn gerealiseerd en welke, op basis van de verwachte totale hoeveelheid radioactief afval, nog dienen te worden gebouwd. De verwachte situatie rond het jaar 2015, 2030, 2060 en 2095 is hierbij aangegeven. De in figuur 2.5.2 aangegeven contouren en de lokatie voor de verschillende, nog te realiseren gebouwen, is hierbij indicatief.

HOOFDSTUK 3 LOKATIEBESCHRIJVING

Inhoudsopgave	Pagina
3.1 Geografie	31
3.2 Geologie	31
3.3 Seismologie	33
3.4 Hydrologie	33
3.5 Meteorologie	35
3.6 Bodemgebruik	36
3.7 Omliggende bedrijven	39
3.8 Bevolking	41
3.9 Transport	41
3.9.1 Transportleidingen	41
3.9.2 Transportwegen en spoorwegen	41
3.9.3 Luchtwegen	41

3 LOKATIEBESCHRIJVING

3.1 Geografie

De inrichting is gelegen op een terrein in het industriegebied Vlissingen-Oost in het deel dat tot de gemeente Borsele behoort. Het terrein is kadastraal bekend als gemeente Borsele sectie A, nummer 1035 en 1086. Aan de noord-oostelijke zijde grenst het perceel aan het terrein van Heerema havenbedrijven. In noord-westelijke richting is de Kaloothaven gelegen. In zuid-westelijke richting ligt de Westerschelde.

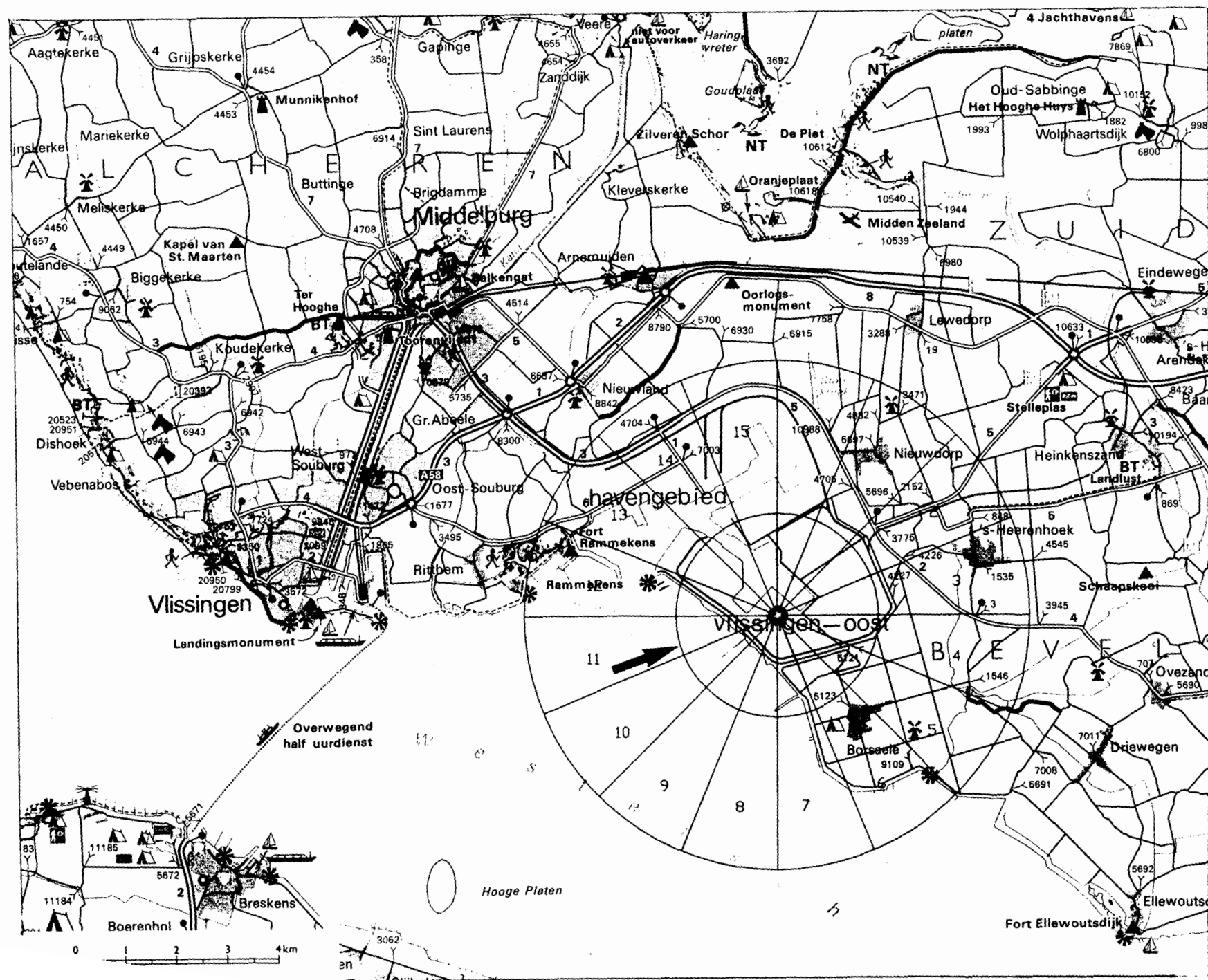
Tussen de Westerschelde en het perceel zijn achtereenvolgens gelegen: een golfbrekende dijk, de Europaweg-zuid, windmolens van de stichting Bevordering Windenergie, kolenopslag van de N.V. EPZ en een nog braakliggend terrein van circa 100 meter breed voor eventuele uitbreiding van de reeds aanwezige kolenopslag. De ligging van het terrein is opgenomen in figuur 3.1.

3.2 Geologie

Nederland maakt deel uit van een sedimentair bekken, het Noordzeebekken. Als gevolg hiervan bevinden zich in de bovenste lagen afzettingen, die vanaf het Tertiair (ca. 65 miljoen jaar geleden) zijn ontstaan en tientallen tot honderden meters dik zijn.

In het jongste geologische tijdvak, het Holocene, zijn in het westelijk deel van Nederland afzettingen ontstaan, die in de kuststreken enige tientallen meters dik kunnen zijn. In Walcheren en Zuid-Beveland bestaan de min of meer aan de oppervlakte liggende afzettingen uit "jonge klei en zanden". Als gevolg van getijdebewegingen, die invloed hadden voordat indijkingen plaatsvonden, is er bovendien een relatief gering relief van 1 à 1,5 m ontstaan.

De bovenste grondlaag van het terrein bestaat uit opgebracht zand. Daaronder bevindt zich een dunne laag klei, die de vroegere teellaag vormde. Daaronder bevindt zich een gemengd pakket van zand met diverse soorten tussenlaagjes. Beginnend op een diepte van circa 22 m -NAP tot circa 28 m -NAP, is een zeer dicht, zandpakket aanwezig.



Figuur 3.1 Ligging van de vestigingsplaats.

3.3 Seismologie

In Nederland worden door het KNMI sinds 1904 aardbevingen geregistreerd. Jaarlijks worden door de vier seismische stations (De Bilt, Witteveen, Winterswijk en Epen) ongeveer 1200 bevingen waargenomen waarvan de epicentra verspreid liggen over de hele wereld. Daarnaast beschikt men over historische gegevens van de seismiciteit van Nederland.

Aardbevingen worden in het algemeen gekarakteriseerd door de "magnitude op de schaal van Richter" of de "intensiteit op de schaal van Mercalli". De magnitude volgens Richter geeft aan hoeveel energie er in het hypocentrum (de haard) van de aardbeving is vrijgekomen. De intensiteit volgens Mercalli geeft aan welke effecten de aardbeving heeft op mensen, voorwerpen, bouwwerken en het landschap.

Uit onderzoek dat voor de vestigingsplaats is uitgevoerd blijkt, dat de maximale intensiteit in het gebied rond de lokatie circa VI ½ op de schaal van Mercalli zou kunnen bedragen. De hierbij behorende piekversnellingen zijn aangegeven in hoofdstuk 4.

3.4 Hydrologie

Het terrein ligt buitendijks op een gemiddelde hoogte van circa 5,2 m +NAP voor het onbebouwde gedeelte en circa 5,6 m voor het bebouwde gedeelte. Aan de zijde van de Westerschelde is bescherming aanwezig tegen golfaanvallen vanuit de Westerschelde. Er is geen waterkerende bescherming. Indien de waterstand in de Westerschelde hoger wordt dan het maaiveldniveau van het terrein komt het terrein onder water te staan.

In tabel 3.4 zijn enige karakteristieke waterhoogten gegeven. De maximale waterhoogten die op kunnen treden zijn met de kans van optreden opgenomen in hoofdstuk 4.

De grondwaterstand wordt slechts in beperkte mate door de waterhoogten in de Westerschelde beïnvloed en bedraagt 2,5 à 3,0 m +NAP.

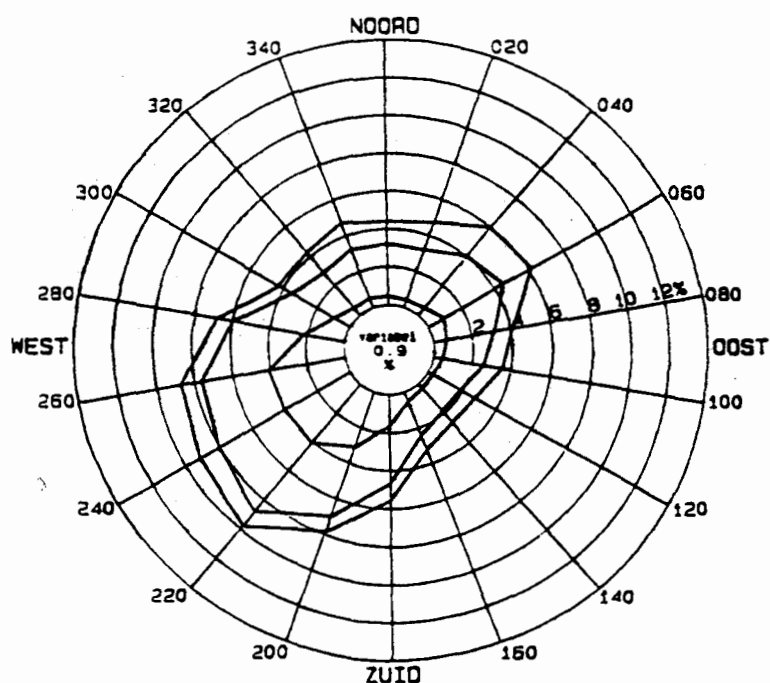
Tabel 3.4 Karakteristieke waterhoogten van de Westerschelde.

	Hoogwater	Laagwater
Gemiddeld tij	2,02 m + NAP	1,80 m - NAP
Gemiddeld doodtij	1,53 m + NAP	1,49 m - NAP
Gemiddeld springtij	2,39 m + NAP	2,03 m - NAP
1 februari 1953, Borssele	4,70 m + NAP	

Figuur 3.5 Windkrachten en windrichtingen te Vlissingen in het tijdvak 1971 - 1990.

Windfrequenties in procenten van het totaal aantal uren voor het gehele jaar.

Windrichting	Windkracht in Beaufort:			Stil en variabel
	≥ 5	≥ 3	≥ 1	
010-020	0.42	3.21	4.77	
030-040	0.50	4.06	6.01	
050-060	0.92	4.54	6.18	
070-080	0.67	3.18	4.13	
090-100	0.46	2.59	3.57	
110-120	0.28	1.89	2.74	
130-140	0.29	1.86	2.67	
150-160	0.52	2.44	3.25	
170-180	1.63	4.67	5.56	
190-200	3.11	6.98	7.85	
210-220	4.09	8.81	9.80	
230-240	4.04	8.04	9.17	
250-260	4.09	7.63	8.74	
270-280	2.20	6.02	6.86	
290-300	0.99	3.53	4.31	
310-320	0.51	2.94	4.32	
330-340	0.55	3.28	4.77	
350-360	0.49	3.23	4.41	
Totaal	25.78	78.89	99.13	0.87



Windroos Vlissingen

3.5 Meteorologie

De voor de vestigingsplaats relevante meteorologische gegevens worden verzameld door het KNMI op het waarnemingsstation Vlissingen. De jaarlijkse frequenties van heersende windkrachten en windrichtingen zijn voor de periode 1971-1990 getabelleerd en grafisch weergegeven in een windroos in figuur 3.5. De gemiddelde seizoens- en jaarwaarden voor andere meteorologische aspecten zijn voor de periode van 1961 - 1990 opgenomen in tabel 3.5.1. Uit de gegevens blijkt dat zeer extreme weersituaties zich in deze periode in het gebied van de vestigingslocatie niet hebben voorgedaan.

De overheersende windrichting voor de vestigingsplaats is zuid-zuid-west. Maxima in de gemiddelde dagelijkse windsnelheden treden op in november (6,5 - 7 m/s) en in de periode maart/april (6 - 6,5 m/s). De windsnelheden ten gevolge van windhozen zijn aangegeven in hoofdstuk 4.

De gemiddelde jaarlijkse neerslaghoeveelheid op de vestigingslocatie bedraagt ongeveer 730 mm. De gemiddelde maandelijkse hoeveelheden variëren van maximaal 90 mm in november tot minimaal 40 mm in april.

De warmste dag had een gemiddelde temperatuur van 26,7°C, de warmste week een gemiddelde temperatuur van 23,6°C en de warmste maand een gemiddelde temperatuur van 18,8°C.

Voor de verspreiding in de omgeving van optredende emissies naar de atmosfeer speelt naast de windrichting en de windkracht ook de stabiliteit van de weersituatie een belangrijke rol. Hiertoe wordt de stabiliteit in de onderste luchtlagen van de atmosfeer uitgedrukt in één van de zes "weerklassen van Pasquill":

A/B/C	: zeer/matig/licht onstabiel
D	: neutraal
E/F	: licht/matig tot zeer stabiel.

De jaarfrequenties waarmee iedere klasse in 1991 in Vlissingen voorkwam is opgenomen in tabel 3.5.2. Hieruit blijkt dat de neutrale weerklassse D het meest waarschijnlijk is.

Tabel 3.5.1 Meteorologie Vlissingen seizoen- en jaargemiddelden, tijdvak 1961 - 1990.

	Winter	Lente	Zomer	Herfst	Jaar
Gemiddelde temperatuur (°C)	3,7	8,4	16,4	11,5	10,0
Gem. minimale temp. (°C)	1,8	5,8	13,5	9,2	7,6
Gem. maximale temp. (°C)	5,6	11,5	19,7	13,9	12,7
Relatieve vochtigheid (%)	86	80	78	83	82
Dampdruk (hPa)	7,1	9,0	14,7	11,6	10,6
Luchtdruk (hPa)	1015,1	1014,5	1016,3	1015,4	1015,3
Neerslagduur (uur)	169,5	138,3	101,3	149,3	558,4
Neerslag (mm)	173,1	149,3	194,7	214,0	731,2
Verdamping (mm)	33,8	179,7	279,8	99,9	593,3
Globale straling (J/cm ²)	28123	124629	163724	63245	379720
Zonneschijn (uur)	161,6	469,8	600,2	304,5	1536,2
Zonneschijn (%)	21	37	42	31	34
Aantal dagen met:					
T _{gem} < 0°C	13	1	0	1	15
T _{gem} 0 - 5°C	39	15	0	6	59
T _{gem} 5 - 10°C	37	45	0	24	107
T _{gem} 10 - 15°C	1	27	25	40	93
T _{gem} 15 - 20°C	0	4	59	21	84
T _{gem} ≥ 20°C	0	0	8	0	8
T _{max} ≥ 30°C	0	0	1	0	1
T _{max} ≥ 25°C	0	0	8	1	9
T _{max} ≥ 20°C	0	4	37	7	48
T _{max} < 0°C	7	0	0	0	7
T _{min} < 0°C	23	4	0	2	29
T _{min} < -10°C	1	0	0	0	1
T _{min, 10cm} < 0°C	23	5	0	2	30
Mist	19	10	4	11	44
Regen	57	57	53	59	226
Sneeuw	14	5	0	3	22
Hagel	7	5	1	4	17
Onweer	1	5	12	6	24
IJsvorming	2	1	0	0	3
Droog weer	26	36	42	32	135
Neerslag ≥ 0,1 mm	54	47	40	51	192
Neerslag ≥ 1,0 mm	34	31	28	34	127
Neerslag ≥ 10,0 mm	4	3	7	6	19
Zonloos	36	13	5	18	72
Zon ≤ 20%	58	35	26	43	162
Zon ≥ 80%	4	10	10	5	29

Tabel 3.5.2 Procentueel optreden van weerklassen in de regio Vlissingen in 1991.

Maand	Frequentieklassen (% per etmaal)					
	A	B	C	D	E	F
januari	0,26	3,6	2,8	82,5	3,9	7,1
februari	1,6	4,2	4,8	63,7	7,1	10,6
maart	0,7	6,3	9,1	67,6	7,8	7,3
april	0,8	6,6	14,7	61,4	9,0	5,8
mei	0,1	5,5	10,9	69,8	6,0	6,2
juni	1,7	6,0	9,6	78,2	1,7	2,9
juli	3,2	10,6	12,4	63,0	7,0	3,6
augustus	4,6	14,0	13,0	48,5	10,8	10,9
september	1,5	12,8	6,4	54,2	12,1	11,7
oktober	0,8	4,0	7,3	72,9	5,4	8,5
november	< 0,1	1,9	1,5	82,0	5,3	2,6
december	0,1	4,7	4,0	80,2	6,5	1,9

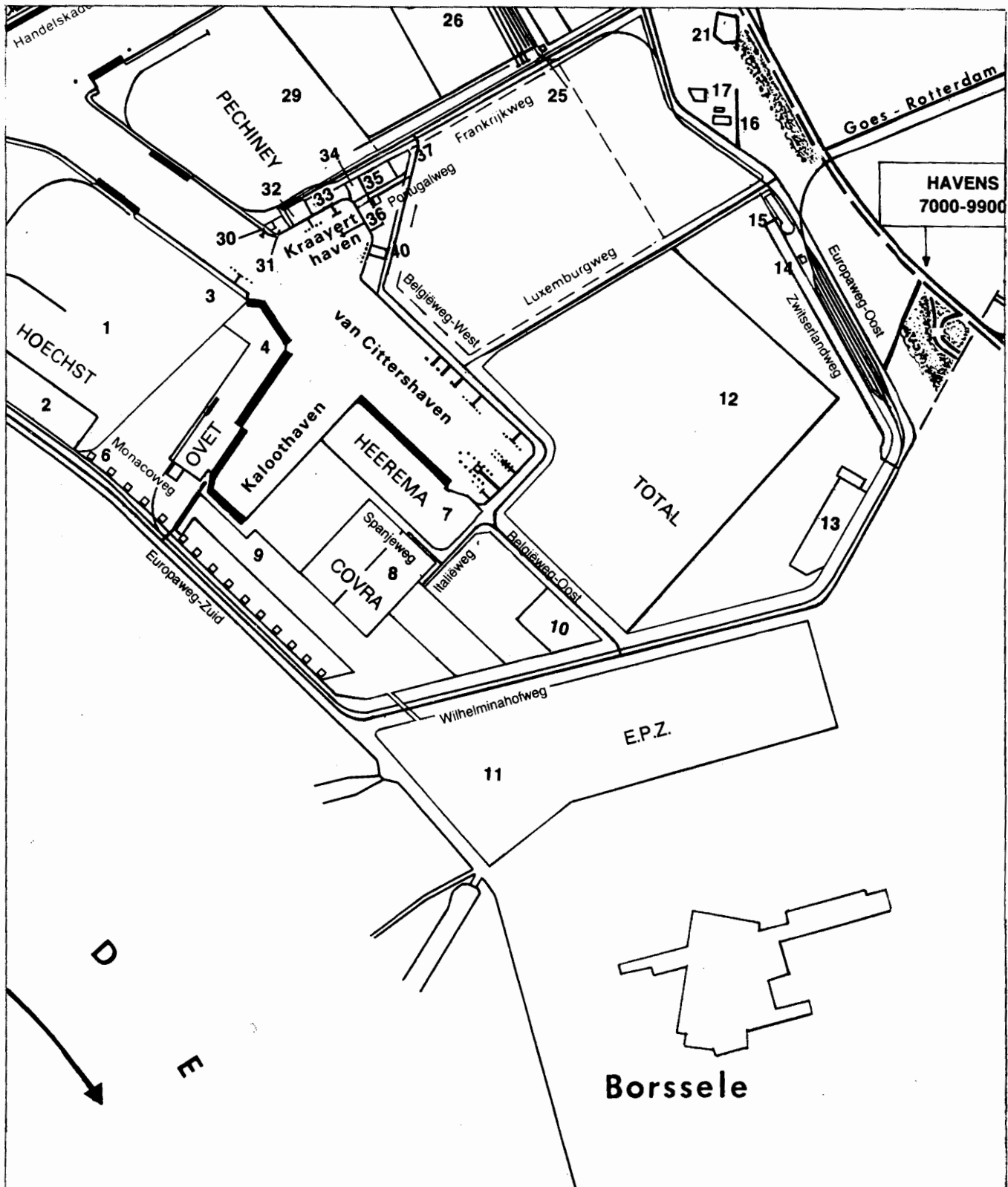
3.6 Bodemgebruik

De vestigingsplaats ligt in een industriegebied dat omgeven wordt door agrarische gebieden.

Het landschap in dit gedeelte van Zuid-Beveland wordt getypeerd als "kleinschalig zeepolderlandschap". Tegenwoordig behoren veel vroegere zeekeringen zoals de Zuid-Bevelandse dijken tot beschermd natuurgebied en zijn in beheer van de stichting "Zeeuws Landschap".

In de onmiddellijke omgeving van de vestigingsplaats liggen enkele gebieden, die in beperkte mate voor recreatieve doeleinden worden gebruikt. Dit zijn ondermeer de Westerscheldedijk in zuidoostelijke richting en de jonge duinen met aangrenzend strand in noordwestelijke richting (de vroegere Kaloot). De buitendijkse terreinen langs de Westerschelde zijn bestemd voor natuurbehouds- en waterstaatsdoeleinden met recreatief medegebruik.

Figuur 3.7 Het industrieterrein Vlissingen-Oost



Verklaring bij figuur 3.7:

1. Hoechst Holland b.v.	chemie
2. Elf Atochem Vlissingen b.v.	chemie
3. Pelt & Hooykaas b.v.	overslag fosforslakken
4. Overslagbedrijf Terneuzen "OVET" b.v.	kolenoverslag
6. Stichting Bevordering Windenergie	windmolenpark
7. Heerema Havenbedrijf b.v.	offshore
7. Oudkerk offshore en tankerservice b.v.	scheepvaart
8. COVRA n.v.	opslag radioactief afval
9. n.v. EPZ	kolenopslag
10. Hoechst Holland b.v.	opslagterrein
11. n.v. EPZ	elect. centrales
12. Total Raffinaderij Nederland b.v.	olieraffinaderij
13. O.L.A.Z.	reststoffencentrum
14. NS Goederenvervoer	emplacement
15. Havenschap Vlissingen	laad- en losperron
16. Havenschap Vlissingen	magazijn en werkplaats
17. Gasunie n.v.	reduceerstation
21. Landlust	restaurant
25. Caleb Brett Nederland b.v.	controlemaatschappij
25. Depauw & Stokoe n.v.	controlemaatschappij
29. Pechiney Nederland n.v.	aluminiumindustrie
30. D.S.I.S. b.v.	watersteiger
31. Istimewa Elektro b.v.	electr. installaties
32. Vliss. Transportbeton Ondern. b.v.	betonmortelcentrale
33. Sagro Staalbouw Zeeland b.v.	staalconstructies
34. Overlasko Konstruktie b.v.	metaalconstructies
37. Mourik-Van Oord Vlissingen v.o.f.	servicebedrijf
40. Metalclean b.v.	stralen en conserveren

3.7 Omliggende bedrijven

In figuur 3.7 is een overzicht gegeven van het industrieterrein Vlissingen-Oost, waarin de omliggende bedrijven zijn aangegeven die medio 1995 op het industrieterrein gevestigd zijn.

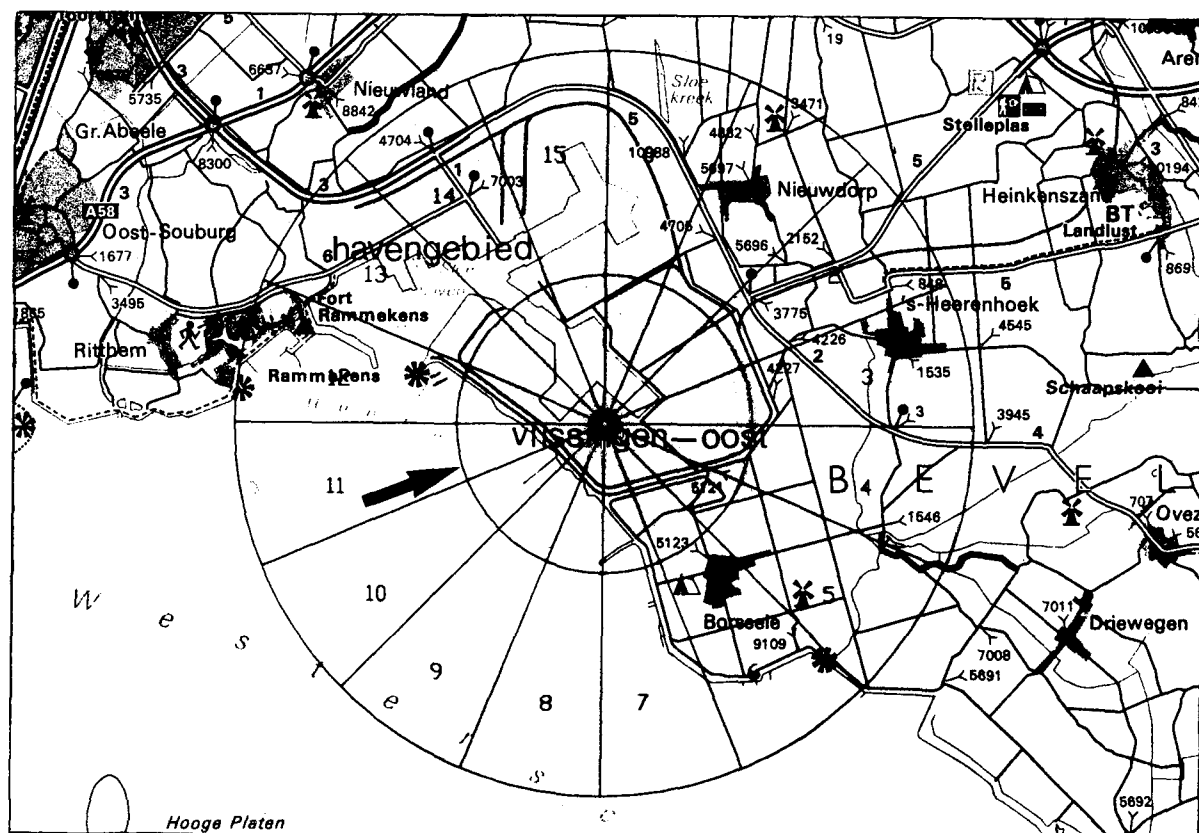
In hoofdstuk 4 zijn de belangrijkste brand- c.q. explosiegevaarlijke en toxische stoffen aangegeven, die bij deze bedrijven zijn opgeslagen.

Tabel 3.8 Bevolking inclusief medewerkers van omliggende bedrijven per sector van 22,5° binnen een straal van 5 km van de vestigingsplaats; gegevens medio 1995

Sector	Bevolking + medewerkers
0	340
1	1080
2	530
3	2585
4	*
5	680
6	680
7	580
8	-
9	-
10	-
11	-
12	-
13	1220
14	820
15	975
Totaal	9490

* = opgenomen in sector 3 en 5.

Figuur 3.8 Ligging van de sectoren genoemd in tabel 3.8



3.8 Bevolking

Binnen een straal van 5 km liggen de woonkernen Borssele, 's-Heeren-hoek en Nieuwdorp. De grotere woonkernen Vlissingen, Middelburg en Oost-Souburg liggen op de 10 km grens.

De verdeling van de bevolking en medewerkers van omliggende bedrijven in 16 sectoren binnen een straal van 5 km is in tabel 3.8 opgenomen. Figuur 3.8 geeft de ligging van de sectoren aan.

3.9 Transport

3.9.1 Transportleidingen

Het industrieterrein Vlissingen-Oost is aan de oostzijde nabij de Europaweg-Oost aangesloten op een leidingstrook voor transport van gevaarlijke stoffen. In figuur 3.9 is de ligging van de leidingstrook aangegeven.

In deze leidingstrook is de hoofdtransportleiding voor aardgas gelegen.

De aanvoer van ruwe olie naar de Total-raffinaderij vindt plaats via een pijpleiding. Deze pijpleiding passeert het COVRA-terrein op een afstand van circa 400 meter.

In figuur 3.9 is tevens de hoge druk gasleiding naar de electriciteitscentrale aangegeven. Deze gasleiding passeert het COVRA-terrein eveneens op een afstand van circa 400 meter.

3.9.2 Transportwegen en spoorwegen

De belangrijkste transportweg naar het industrieterrein Vlissingen-Oost is de rijksweg A58, waarbij het terrein benaderd kan worden via de afslagen richting Van Cittershaven, Quarles-haven en Sloehaven.

Circa 400 meter ten zuiden en circa 200 meter ten westen van de vestigingsplaats ligt de Europaweg, die aansluit op genoemde afslagen. Aan de noord-west zijde ligt de Belgiëweg-Oost, die een aftakking is van de Europaweg.

Aan de noordzijde langs de Europaweg-Oost ligt een goederenspoorlijn, die aansluit op de spoorlijn Goes-Middelburg. Deze goederenspoorlijn loopt langs de Europaweg-Zuid naar het terrein van Hoechst. Van deze spoorlijn is een aftakking voorzien naar het COVRA-terrein.

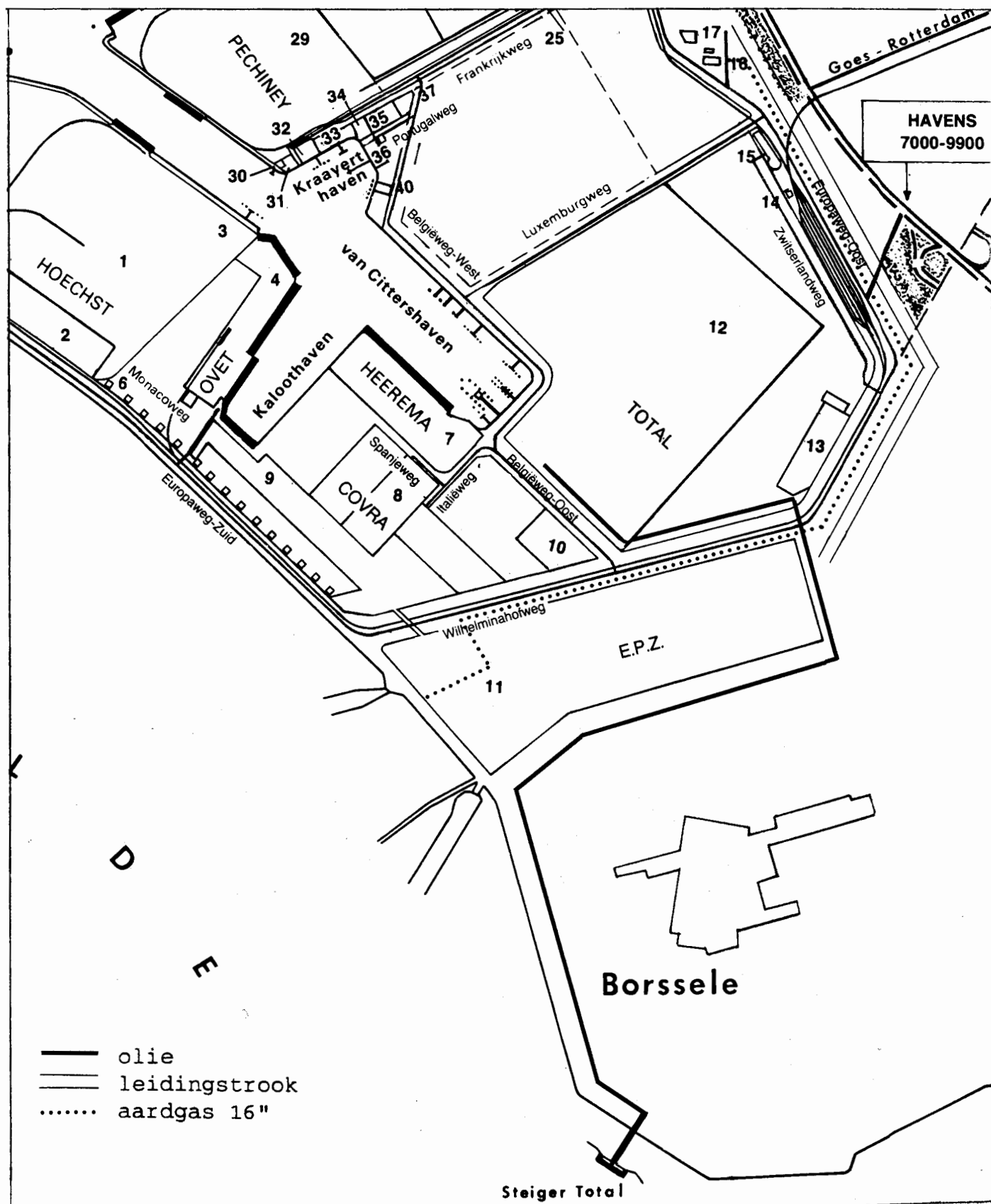
De dichtstbijzijnde vaargeul voor het scheepvaartverkeer in de Westerschelde ligt op ongeveer 2 km vanaf de vestigingsplaats.

3.9.3 Luchtwegen

De vestigingsplaats ligt onder een algemene vliegzone (airway) van het burgerluchtverkeer. De dichtstbijzijnde militaire vliegbasis is Woensdrecht in Noord-Brabant op een afstand van 40 km ONO.

Het vliegveld "Midden Zeeland" dat bestemd is voor de kleine luchtvaart ligt op ongeveer 10 km in noordelijke richting.

Figuur 3.9 Transportleidingen in en rond het industrieterrein Vlissingen-Oost.



HOOFDSTUK 4 VEILIGHEIDSASPECTEN

Inhoudsopgave	Pagina
4.1 Uitgangspunten nucleaire veiligheid	45
4.1.1 Vergunningsbasis	45
4.1.2 Uitgangspunten en veiligheidsprincipes	46
4.1.2.1 Het ALARA-principe	46
4.1.2.2 Het "Defense-in-Depth"-principe	47
4.1.2.3 Het IBC-principe	47
4.2 Interne invloeden op de veiligheid	49
4.2.1 Classificatie	49
4.2.2 Consequentie-analyse	50
4.3 Externe invloeden op de veiligheid	50
4.3.1 Classificatie	50
4.3.2 Consequentie-analyse	51
4.3.3 Overzicht externe invloeden	51
4.3.3.1 Overstromingen	51
4.3.3.2 Aardbevingen	52
4.3.3.3 Windhozen	52
4.3.3.4 Gaswolkexplosies	53
4.3.3.5 Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen	54
4.3.3.6 Neerstortend vliegtuig	55
4.3.3.7 Externe brand	56
4.3.4 Beveiliging	56

Referenties

4 VEILIGHEIDSASPECTEN

4.1 Uitgangspunten nucleaire veiligheid

4.1.1 Vergunningsbasis

De beoordeling en de toetsing van de veiligheid van de inrichting vinden plaats binnen het kader van de Nederlandse wetgeving, waaronder de Wet Milieubeheer, de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, de ARBO-wet en de Kernenergiewet (Kew).

De Kew is een raamwet, die betrekking heeft op alle activiteiten, waarbij met ioniserende straling wordt gewerkt of waarbij straling vrijkomt. De wet heeft betrekking op de volksgezondheid, op de bescherming op de arbeidsplaats tegen de gevaren van radioactieve stoffen en ioniserende straling en op de bescherming van het milieu. De Kew kent daartoe vergunningstelsels, die in besluiten zijn uitgewerkt.

Hiertoe behoren onder andere:

- Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Staatsblad 403, 1969)
- Besluit vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen (Staatsblad 405, 1969)
- Besluit stralenbescherming Kernenergiewet (Staatsblad 465, 1986).

Internationaal wordt een duidelijke en uniforme regelgeving op het gebied van de veiligheid en stralingsbescherming in nucleaire installaties nagestreefd. Voor wat betreft de bescherming van personen tegen ioniserende straling vindt dit plaats binnen het verband van de Europese Unie, op basis van aanbevelingen van de International Commission on Radiological Protection (ICRP). Voor wat betreft de nucleaire veiligheid vindt dit plaats binnen het International Atomic Energy Agency (IAEA).

In het kader van het Nuclear Safety Standards (NUSS) programma werkt het IAEA sinds 1974 aan een stelsel van veiligheidsnormen en richtlijnen voor kernenergiecentrales, de zogenaamde "Codes" en "Safety Guides". De "Codes" beschrijven de hoofddoelstellingen en voorwaarden waaraan moet worden voldaan. De "Safety Guides" geven mogelijke manieren van uitvoering aan.

In de afgelopen jaren zijn door de Nederlandse overheid de voorschriften in de "Codes" betreffende het ontwerp, de bedrijfsvoering en de kwaliteitsborging beoordeeld en, waar nodig, geamendeerd. Vervolgens werden deze voorgelegd aan de Commissie Reactor Veiligheid (CRV). De door deze commissie beoordeelde en geamendeerde "codes" zijn door de Ministeries van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) vastgesteld en gepubliceerd in een reeks Nucleaire Veiligheids Regels (NVR) en concept-richtlijnen.

Hoewel de NVR's primair bedoeld zijn voor kernenergiecentrales zijn een aantal NVR's van belang voor het ontwerp en de bouw van de inrichting voor opslag van radioactief afval. Hiertoe behoren:

- NVR 1.3: Hoofdregeel kwaliteitsborging voor de veiligheid van kerncentrales (ref. 1),
- NVR 3.1: Concept richtlijn voor de bescherming tegen externe effecten (ref. 2),
- NVR 3.10: Concept richtlijn betreffende het ontwerp en de uitvoering van het civieltechnische gedeelte van kernenergiecentrales (ref. 3).

4.1.2 Uitgangspunten en veiligheidsprincipes

Hoofduitgangspunt van de nucleaire veiligheid is dat zowel onder normale bedrijfsomstandigheden als bij storingen en ongevallen nooit een toestand mag ontstaan, waarbij het personeel, de omwonende bevolking en de medewerkers van omliggende bedrijven ontoelaatbaar geachte schade zou kunnen worden toegebracht.

Nieuwe inzichten hebben er in de afgelopen jaren toe geleid dat, in het kader van het milieubeleid, de risicobenadering is ontwikkeld. Dit is ondermeer vastgelegd in de nota "Omgaan met risico's van straling" (ref. 4). Overeenkomstig deze beleidsnota van de Nederlandse overheid wordt door COVRA als uitgangspunt gehanteerd, dat het individueel risico voor leden van de bevolking in de omgeving niet groter mag zijn dan 10^{-6} per jaar. Conform het desbetreffende overheidsbeleid geldt daarnaast dat gestreefd is naar een veiligheidsniveau dat overeenkomt met een individueel risico van 10^{-8} per jaar.

Voor mogelijke storingen en ongevallen in de inrichting zijn in dit veiligheidsrapport bronterm analyses gemaakt. Daarbij is voor ongevallen met mogelijke consequenties voor de omgeving nagegaan of het individueel risico voldoet aan bovengenoemd uitgangspunt.

Bij de uitwerking van bovenstaand uitgangspunt is gebruik gemaakt van een aantal belangrijke erkende veiligheidsbeginselen (principes), waarvan de belangrijkste het ALARA-, het "Defense-in-Depth"- en het IBC-principe zijn.

4.1.2.1 Het ALARA-principe

Uitgangspunt voor COVRA ten aanzien van de stralingsbescherming van het personeel en de omgeving is een vermijdbare blootstelling aan straling te voorkomen en de tijdens behandeling, verwerking en opslag van radioactief afval onvermijdelijke blootstelling te beperken.

Dit beleid is erop gericht dat de blootstelling zo laag als redelijkerwijs mogelijk is: As Low As Reasonably Achievable (ALARA). Daarnaast geldt als randvoorwaarde dat de wettelijk vastgelegde dosislimieten, niet worden overschreden.

De praktische uitwerking van het ALARA-principe in het ontwerp en de bedrijfsvoering van de inrichting betekent dat onderzocht wordt welke technieken en procedures kunnen leiden tot een beperking van de stralingsdoses voor werknemers, de omwonende bevolking en medewerkers van omliggende bedrijven. Hierbij vindt een afweging plaats tussen de te bereiken reductie van de stralingsdosis en de kosten van de maatregelen die

deze reductie mogelijk maken.

4.1.2.2 Het "Defence-in-Depth"-principe

Het "Defence-in-Depth"-principe is het beginsel dat mogelijk menselijk falen of falen van installaties gecompenseerd dient te worden door meerdere beveiligingsniveaus, die aanwezig dienen te zijn ter voorkoming van het vrijkomen van radioactieve stoffen in de omgeving.

Deze beveiligingsniveaus zijn:

- het voorkomen van storingen door de kwaliteit van het ontwerp, de bouw en de bedrijfsvoering middels kwaliteitsborging en het handhaven van een adequate veiligheidscultuur,
- het voorkomen dat storingen tot ongevallen kunnen leiden door middel van het detecteren van abnormale situaties en het adequaat reageren hierop,
- het beperken van de gevolgen van ongevallen door middel van de toepassing van actieve en/of passieve veiligheidsvoorzieningen,
- het nemen van maatregelen om de gevolgen van ongevallen voor het personeel, de bevolking en medewerkers van omliggende bedrijven alsmede het milieu te beperken.

Het "Defence-in-Depth"-principe is in de navolgende hoofdstukken voor de diverse delen van de inrichting nader uitgewerkt.

4.1.2.3 Het IBC-principe

Het "Defence-in-Depth"-principe sluit nauw aan bij het IBC-principe, dat voor verwerking en opslag van radioactief afval door COVRA wordt toegepast en bestaat uit:

- Isoleren,
- Beheersen,
- Controleren.

Isoleren

Dit principe leidt ertoe dat tijdens verwerking, behandeling en opslag van radioactief afval de radioactieve producten worden ingesloten binnen één of meerdere barrières die, afhankelijk van de aard van het afval, kunnen bestaan uit het materiaal zelf, de verpakking, de verwerkingsinstallatie, de behandelingsruimte of opslagruimte en/of de filters in het ventilatiesysteem van het verwerkings- of opslaggebouw.

De eerste barrière wordt tijdens opslag gevormd door de verpakking van het radioactief afval. Deze verpakking is aangepast aan het type afval en bestaat in het algemeen uit een vaste matrix, met daar omheen een hanterbaar canister of vat.

De tweede barrière wordt tijdens opslag gevormd door het opslaggebouw en de daarin aanwezige voorzieningen. Het opslaggebouw levert, tezamen met de verpakking, de noodzakelijke afscherming ter beperking van de stralingsbelasting van het personeel en de omgeving.

De mate waarin het opslaggebouw het radioactief afval dient te beschermen

tegen invloeden van buitenaf (externe invloeden) is sterk afhankelijk van het type afval. De uitwerking van het insluitprincipe leidt dan ook voor de diverse delen van de inrichting tot verschillende oplossingen.

Aangezien de gekozen methoden voor verwerking, verpakking en opslag van laag- en middelradioactief afval bij normaal bedrijf, maar ook bij storingen en ongevallen, slechts een beperkt risico voor de omgeving opleveren, blijkt het niet nodig te zijn aanvullende eisen te stellen voor de gebouwen ten aanzien van de bescherming van dit afval tegen externe invloeden.

Geheel anders is de situatie bij het hoogradioactief afval. De activiteitsinhoud van dit afval is dusdanig groot dat het noodzakelijk is, om ten behoeve van de beperking van het risico voor de omgeving, het radioactief afval door het opslaggebouw te beschermen tegen de inwerking van externe invloeden.

Beheersen

Dit principe leidt ertoe dat tijdens verwerking, behandeling en opslag van radioactief afval zekergesteld dient te worden, dat de barrières, die het vrijkomen van radioactieve producten verhinderen, in stand worden gehouden. Dit betreft niet alleen de ontwerptechnische maatregelen, maar tevens de kwaliteitsbewaking tijdens het ontwerp, de fabricage, de bouw en de bedrijfsvoering.

Het beheersprincipe leidt voor laag- en middelradioactief afval enerzijds en hoogradioactief afval anderzijds niet tot een wezenlijk verschillende aanpak.

Voor beide afvalcategorieën wordt één van de meest wezenlijke beheersmogelijkheden gevormd door de mogelijkheid het afval uit de opslagruimten te kunnen verwijderen wanneer inspecties en controles aangeven dat maatregelen dienen te worden genomen om de eerste, danwel tweede barrière, te herstellen.

Belangrijke verschillen tussen laag- en middelradioactief afval enerzijds en hoogradioactief afval anderzijds betreffen de beheersing van emissies bij de verwerking van laag- en middelradioactief afval, de beheersing van de koeling van het warmteproducerend hoogradioactief afval en de beheersing van de subkritikaliteit van de opgeslagen splijtstofelementen en het splijtstofhoudend materiaal.

Controleren

Dit principe leidt ertoe dat tijdens verwerking, behandeling en opslag van radioactief afval gecontroleerd wordt of, en in hoeverre, de eerste en tweede barrière hun functie vervullen. Dit principe is niet wezenlijk verschillend voor de verschillende afvalcategorieën.

Voor zowel laag- en middelradioactief afval als hoogradioactief afval worden hiertoe inspecties en metingen verricht, waaronder meting van stralingsniveaus en meting van emissies naar de omgeving.

Het IBC-principe is in de navolgende hoofdstukken voor de diverse delen van de inrichting nader uitgewerkt.

4.2 Interne invloeden op de veiligheid

4.2.1 Classificatie

De criteria die gesteld worden aan het ontwerp van de installaties en de gebouwen voor verwerking en opslag van radioactief afval worden gerelateerd aan zogenaamde ontwerpgebeurtenissen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen:

Categorie 1. Normaal Bedrijf

Hieronder worden alle handelingen en gebeurtenissen verstaan die regelmatig, gedurende het normale bedrijf van de inrichting voorkomen, bijvoorbeeld ontvangst, inspectie en ontladen van transportvoertuigen, intern transport en verwerking en opslag van radioactief afval.

Categorie 2. Storingen

Hieronder worden alle gebeurtenissen verstaan die niet regelmatig optreden maar waarvan verwacht kan worden dat deze tenminste eenmaal per jaar kunnen voorkomen, bijvoorbeeld het uitvallen van de externe elektriciteitsvoorziening gedurende korte tijd en beperkte storingen van installaties en componenten, zoals weigeren van hijsinstallaties, niet goed funktionerende afsluiters en dergelijke.

Tot de storingen worden ook bedieningsfouten ten gevolge van foutief menselijk handelen gerekend, die het gevolg kunnen zijn van onvolledig of onzorgvuldig toepassen van procedures.

De kans van optreden van deze gebeurtenissen is van de orde 1 maal per jaar.

Categorie 3. Ongevallen

Hieronder worden alle gebeurtenissen verstaan waarvan verwacht kan worden dat deze tenminste eenmaal gedurende de levensduur van de inrichting kunnen optreden, bijvoorbeeld het uitvallen van de externe elektriciteitsvoorziening gedurende langere tijd, falen van installaties en componenten, een interne brand en vallen van verpakkingen met radioactief afval.

De kans van optreden van deze gebeurtenissen is van de orde 1 maal per 10 à 100 jaar.

Categorie 4. Extreme Ongevallen

Hieronder worden alle gepostuleerde gebeurtenissen verstaan die, gezien hun ernst, gevolgen kunnen hebben voor de omgeving van de inrichting. Tot deze gebeurtenissen dienen ook externe invloeden van natuurlijke of niet-natuurlijke oorsprong gerekend te worden (zie paragraaf 4.3).

De kans van optreden van deze gepostuleerde gebeurtenissen is van de orde 1 maal per 100 à 1.000.000 jaar.

De ongevallen en extreme ongevallen die in het ontwerp van gebouwen en installaties in beschouwing zijn genomen worden in het navolgende "ontwerp ongevallen" genoemd. Ongevallen en extreme ongevallen die niet in het ontwerp zijn betrokken worden in het navolgende "buiten-ontwerp ongevallen" genoemd.

4.2.2 Consequentie-analyse

De gevolgen van de belangrijkste storingen en ongevallen zijn in hoofdstuk 11 van dit veiligheidsrapport aangegeven.

Op grond van de berekende emissies naar de omgeving van de inrichting is, aan de hand van berekeningen van de stralingsdosis en de individuele risico's voor werknemers van omliggende bedrijven en de omwonende bevolking beoordeeld of voldaan is aan het uitgangspunt, dat er geen ontoelaatbaar geachte schade wordt veroorzaakt.

4.3 Externe invloeden op de veiligheid

4.3.1 Classificatie

Externe gebeurtenissen, die invloed kunnen hebben op de veiligheid van de inrichting behoren in het algemeen tot de categorie 4 (zie par. 4.2.1).

Deze externe invloeden zijn naar oorzaak te onderscheiden in (ref. 2):

- Invloeden met een natuurlijke oorsprong, zoals:
 - . overstromingen
 - . aardbevingen
 - . windhozen
- Invloeden met een niet-natuurlijke oorsprong, zoals:
 - . gaswolkexplosies
 - . vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen
 - . neerstortend vliegtuig
 - . externe brand

Bij het ontwerp van de diverse gebouwen en installaties van de inrichting is nagegaan of, gezien de aan de externe invloeden verbonden risico's, bescherming moet worden geboden.

Hieruit is gebleken dat deze externe invloeden uitsluitend van belang zijn voor het ontwerp van het hoogradioactief behandelings- en opslaggebouw (HABOG). Onderkend is dat de aktiviteitsinhoud van dit afval dusdanig groot is dat, ten behoeve van de beperking van het risico voor de omgeving, het afval, na verwijdering uit de transportcontainer, door het opslaggebouw beschermd dient te worden tegen de inwerking van deze externe invloeden.

Opgemerkt dient hierbij te worden dat ten gevolge van de inwerking van externe invloeden schade aan gebouwen en installaties kan ontstaan en dat dit ook geaccepteerd wordt, voor zover aan de uitgangspunten van de veiligheid wordt voldaan (zie paragraaf 4.1).

Aangezien de opslag van het afval tijdelijk is en de toegankelijkheid van de opslagruimten en de hanteerbaarheid van het afval gewaarborgd blijven, kan bij schade aan een gebouw(deel) het afval verwijderd worden en kan het gebouw(deel) worden gerepareerd of worden herbouwd.

4.3.2 Consequentie-analyse

De gevolgen van externe invloeden zijn in hoofdstuk 11 van dit veiligheidsrapport aangegeven. Hierbij zijn alle externe invloeden met een mogelijke kans van optreden groter of gelijk aan 10^{-6} per jaar in beschouwing genomen.

Daarnaast zijn voor een aantal externe invloeden met een kans van optreden kleiner dan 10^{-6} per jaar de mogelijke gevolgen geanalyseerd teneinde zeker te stellen dat ook door deze ongevallen geen grote schade kan worden toegebracht. Hiermee wordt voorkomen dat externe invloeden met zeer lage kansen van optreden maar met zeer grote gevolgen tot onaanvaardbare risico's aanleiding zouden kunnen geven.

Op grond van de berekende emissies naar de omgeving van de inrichting is, aan de hand van berekeningen van de stralingsdosis en de individuele risico's voor werknemers van omliggende bedrijven en de omwonende bevolking beoordeeld of voldaan is aan het uitgangspunt, dat er geen ontoelaatbaar geachte schade wordt veroorzaakt.

4.3.3 Overzicht externe invloeden

4.3.3.1 Overstromingen

De gebouwen bevinden zich buitendijks op het opgespoten industrie-terrein, waarbij het terrein rond de gebouwen op circa 5,6 m boven het NAP afgewerkt is of zal worden. Het niveau van de begane grondvloeren ligt hierbij op circa 5,75 m +NAP.

Door Rijkswaterstaat (RWS) is vastgesteld dat voor de locatie Vlissingen-Oost de kans op overschrijding van een waterhoogte van 5,55 m +NAP, het zogenaamde basispeil, 10^{-4} per jaar bedraagt. Om de kans van overschrijding te verlagen tot 10^{-6} per jaar dient volgens RWS met een extra beschermingshoogte van 1,2 m te worden gerekend. Het nucleair basispeil met een overschrijdingskans van 10^{-6} per jaar is voor de vestigingsplaats derhalve 6,75 m +NAP.

Dit nucleaire basispeil dient, volgens NVR 3.1 (ref. 2) te worden verhoogd met de effecten van onder meer zeespiegelstijging, lokale opwaaiing, golfwerking en buistoten. Het peil, dat aldus ontstaat, ligt op een niveau van 9,96 m + NAP en wordt als nucleair ontwerppeil gehanteerd. Voor beschermd gelegen ruimten van het HABOG kan de golfinvloed buiten beschouwing worden gelaten en is het nucleair ontwerppeil derhalve 8,46 m +NAP (zie tabel 4.3.3.1).

Aangezien bij deze waterstanden overstroming van het terrein optreedt, is door RWS tevens onderzoek verricht naar de mogelijke onderspoeling van het opslaggebouw voor hoogradioactief afval. Dit onderzoek toont aan dat bescherming van het grondoppervlak rondom het gebouw door grind, steen of een grasmatten voldoende is om onderspoeling te voorkomen.

Tabel 4.3.3.1 Overstromingsniveau in meters ten opzichte van NAP

Terreinhoogte	ca. 5,60 m + NAP
Basispeil (10^{-4} /jaar)	5,55 m + NAP
Nucleair Basispeil (10^{-6} /jaar)	6,75 m + NAP
Verhoging nucleair Basispeil ten gevolge van: Zeespiegelstijging Invloed Deltawerken Lokale opwaaiing en buistoten Seiches (lange golven) Golftophoogte	+ 0,66 m incl. basispeil + 0,75 m + 0,30 m + 1,50 m
Totaal Nucleair Ontwerppeil (10^{-6} /jaar)	9,96 m + NAP
Ontwerppeil binnen beschermde ruimten (10^{-6} /jaar)	8,46 m + NAP

4.3.3.2 Aardbevingen

Nader onderzoek is verricht naar de maximaal te verwachten aardbeving op de vestigingslokatie, waarbij rekening is gehouden met de lokale geologische situatie en de eigenschappen van de ondergrond.

Dit onderzoek is, op basis van de hiertoe bestaande richtlijnen (ref. 2 en 5), uitgevoerd door Grondmechanica te Delft. Door Grondmechanica is vastgesteld wat de maximaal te verwachten versnellingen zijn van een aardbeving met een kans van optreden groter of gelijk aan 10^{-6} per jaar. Deze zogenaamde referentiebeving heeft een horizontale piekversnelling kleiner dan 1 m/s^2 . De gelijktijdig optredende verticale versnelling bedraagt tweederde van de horizontale versnelling.

4.3.3.3 Windhozen

Een windhoos of tornado is een hevige wervelwind met een min of meer verticale as, waaromheen zich een trechtervormige wolk bevindt, bestaande uit onder andere waterdruppeltjes en stof. Bij dit verschijnsel treden zeer grote windsnelheden en snelle luchtdrukveranderingen op.

Het KNMI heeft uit enkele in Nederland voorgekomen windhozen een frequentie-kromme ontwikkeld, waarbij de maximale windsnelheid is uitgezet als functie van de kans van optreden. Deze curve is geëxtrapoleerd naar nog hogere windsnelheden en opgenomen in NVR 3.1 (ref. 2).

De waarden van de belangrijkste karakteristieke grootheden van deze windhoos, met een kans van optreden gelijk aan 10^{-6} per jaar, zijn weergegeven in tabel 4.3.3.3.

Tabel 4.3.3.3 Karakteristieken van een windhoos met een kans van optreden van 10^{-6} per jaar (ref. 2).

Rotatiesnelheid	100 m/s
Translatiesnelheid	25 m/s
Maximale windsnelheid (= rotatie- + translatiesnelheid)	125 m/s
Straal van de maximale rotatie-snelheid	45 m
Drukval	13,0 kN/m ²
Drukvalsnelheid	6,5 kNs/m ²

4.3.3.4 Gaswolkexplosies

In het verleden zijn diverse studies verricht met betrekking tot het risico van het transport, de opslag, de overslag en het gebruik van explosiegevaarlijke stoffen, die representatief zijn voor de installaties en activiteiten in het industriegebied Vlissingen-Oost (ref. 6, 7 en 8).

In 1988 is door TNO onderzoek verricht naar het risico van een gaswolkexplosie tengevolge van opslag en transport van explosiegevaarlijke stoffen voor de mogelijke vestigingslokaties van COVRA te Borssele en Vlissingen-Oost (zie tevens tabel 4.3.3.5).

Voor het ontwerp van het hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw is door TNO een aanvullend onderzoek verricht teneinde de laatste inzichten met betrekking tot de effecten van het optreden van gaswolkexplosies op de gekozen vestigingsplaats te onderzoeken.

Berekend is dat, in geval een explosie op het COVRA-terrein zou plaatsvinden, de piekoverdruk ter plaatse van het opslaggebouw voor hoogradioactief afval circa 0,14 bar (14 kN/m²) bedraagt.

Deze studie bevestigt dat voor het ontwerp van het opslaggebouw voor hoogradioactief afval uitgegaan kan worden van de in NVR 3.1 (ref. 2) opgenomen ontwerp-gaswolkexplosie. Het drukbelasting-tijddiagram van deze gaswolkexplosie (gevormd door een lineaire verbinding tussen de coördinaten) voor een vlak oppervlak is opgenomen in tabel 4.3.3.4.

Tabel 4.3.3.4 Drukbelasting-tijddiagram van de ontwerp-gaswolkexplosie

Tijd na aanvang van de drukverhoging in seconden	Overdrukbelasting aan het oppervlak in bar (1 bar = 100 kN/m ²)
0	0,00
0,1	0,45
0,2	0,30
1,0	0,30

Tabel 4.3.3.5 Overzicht van de belangrijkste bedrijven met opgeslagen stoffen in de omgeving van de vestigingsplaats medio 1995

Bedrijf	Opgeslagen stof	Brand/Explosie risico	Toxisch risico
HOECHST	para-xyleen	x	x
	methanol	x	x
	ammoniak		x
	fosfor	x	
	zwaveldioxide		x
	zuurstof	x	
	waterstofperoxyde		x
M & T	monochloorbenzeen		x
	cyclohexylchloride		x
	aceton	x	
	tetrahydrofuraan		x
	methylmethacrylaat		x
	xyleen	x	x
HEEREMA	propaan	x	
	zuurstof vloeibaar	x	x
TOTAL - atmosfe- rische opslag	ruwe olie	x	
	nafta	x	
	vacuumdestillaat	x	
	benzine	x	
	kerosine	x	
	gasolie	x	
	stookolie	x	
	zwavel		x
	tetra ethyllood		x
	tetra methyllood		x
- drukopslag	butaan	x	
	propaan	x	
	isopentaan	x	
PECHINEY	chloor		x
EUROGAS	LPG (propaan/butaan)	x	

4.3.3.5 Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen

Corrosieve stoffen

De vestigingsplaats van COVRA is gelegen nabij de Westerschelde (ca. 2 km vanaf de vaargeul) en nabij de Noordzee (ca. 16 km). De lucht bevat derhalve concentraties zout, waarbij met name de chloride-ionen een corrosieve werking op gebouwen en installaties uitoefenen. Nabij de COVRA vestiging is een kolenopslagterrein aanwezig waaruit fijn verdeeld

kolenstof kan vrijkomen.

Daarnaast is er in de directe omgeving een groot industrieterrein aanwezig, waar eveneens een aantal stoffen kunnen worden geloosd naar de atmosfeer, die consequenties kunnen hebben voor de duurzaamheid van gebouwen en installaties. Tot deze stoffen dienen naast chloriden ook zouten met andere halogeengroepen te worden gerekend alsmede zwavel- en fosforverbindingen.

Daar waar corrosie of materiaaldegradatie een rol kunnen spelen, worden dan ook materialen toegepast, die een lange levensduur hebben, danwel vervangen kunnen worden. Om binnendringen van mogelijk corrosieve stof in de ruimten voor opslag van hoogradioactief warmteproducerend afval te beperken, zijn electrostatische filters voorzien.

Toxische stoffen

In tabel 4.3.3.5 is een overzicht gegeven van de op het industrieterrein gevestigde bedrijven die in substantiële hoeveelheden explosie/brandgevaarlijke en toxische stoffen in opslag hebben. Daarnaast vindt over de Westerschelde veelvuldig transport plaats van dergelijke stoffen.

Het mogelijk vrijkomen van toxische stoffen in de omgeving van de opslagfaciliteit kan derhalve niet geheel worden uitgesloten en kan tot gevolg hebben dat medewerkers, die taken moeten uitvoeren die van belang zijn voor de veiligheid, plotseling moeten evacueren.

Voor de verschillende bedrijfsonderdelen is het optreden van een dergelijke situatie op haar consequenties beoordeeld. Waar nodig heeft dit geleid tot constructieve, procedurele of systeemtechnische maatregelen, zodat de veiligheid niet afhankelijk is van de permanente aanwezigheid van bedrijfspersoneel.

Ten aanzien van de bescherming van medewerkers tegen indringing van toxische stoffen zijn dan ook geen bijzondere voorzieningen noodzakelijk om de veiligheid van de inrichting te waarborgen.

4.3.3.6 Neerstortend vliegtuig

Ten behoeve van de beoordeling van de veiligheid door het neerstorten van een vliegtuig wordt onderscheid gemaakt tussen:

- militaire gevechtsvliegtuigen,
- grote verkeersvliegtuigen met een massa groter dan 5700 kg,
- kleine verkeersvliegtuigen, sportvliegtuigen, helicopters met een massa kleiner of gelijk aan 5700 kg.

Gezien de risico's die verbonden zijn aan het neerstorten van militaire gevechtsvliegtuigen, met name voor het opslaggebouw voor hoogradioactief afval, is door het Nederlands Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) de kans op het neerstorten van deze vliegtuigen onderzocht.

Door het NLR is geconcludeerd dat de kans van neerstorten van militaire gevechtsvliegtuigen op het opslaggebouw voor hoogradioactief afval kleiner is dan 10^{-7} per jaar. De grootste bijdrage tot deze kans komt tot stand door het neerstorten van een F16-Falcon Fighter.

Voor verkeersvliegtuigen uit de tweede groep is de kans op neerstorten in Nederland buiten de grote luchthavens, omgerekend naar het oppervlak van de gebouwen op het COVRA-terrein, eveneens geringer dan 10^{-7} per jaar. Aangezien de mechanische schade als gevolg van het neerstorten van een militair vliegtuig groter is dan die van een verkeersvliegtuig, worden vliegtuigongevallen van dit type niet apart in beschouwing genomen bij het ontwerp van het opslaggebouw voor hoogradioactief afval.

De kans op neerstorten van kleine verkeersvliegtuigen, sportvliegtuigen en helicopters is, omgerekend naar het oppervlak van de gebouwen op het COVRA-terrein, eveneens kleiner dan 10^{-7} per jaar. Deze vliegtuigen leveren een zoveel geringere schade op dan vliegtuigen van de eerste groep, dat deze daarom niet afzonderlijk in beschouwing worden genomen.

Voor het ontwerp van het opslaggebouw voor hoogradioactief afval wordt uitgegaan van de belastingen die optreden ten gevolge van het neerstorten van een F16-Falcon Fighter met een massa van 14600 kg en een trefsnelheid van 150 m/s. Het door het vliegtuig getroffen oppervlak is cirkelvormig en bedraagt 2,6 m².

Voor de beoordeling van de mogelijke penetratie wordt uitgegaan van een vliegtuigmotor met een massa van 1633 kg en een trefsnelheid van 100 m/s. Het getroffen oppervlak is cirkelvormig en bedraagt 0,7 m².

Daarnaast is onderzocht welke gevolgen voor de omgeving zouden kunnen optreden indien andere militaire vliegtuigen dan de F-16 op het opslaggebouw voor hoogradioactief afval zouden neerstorten. Hierbij is uitgegaan van het belastingtijddiagram dat is opgenomen in NVR 3.1 (ref. 2), dat gebaseerd is op het neerstorten van een zwaar, snelvliegend militair gevechtsvliegtuig (Phantom F4). De dosisconsequenties van dit buiten ontwerp ongeval zijn aangegeven in hoofdstuk 11.

4.3.3.7 Externe brand

Op basis van de inventarisatie van de in de omgeving van de vestigingslokatie aanwezige stoffen (zie tabel 4.3.3.5) is van nabijgelegen transportleidingen, transportwegen, spoorwegen, vaarroutes of van de aanwezige industrievestigingen geen brand denkbaar die qua omvang en consequenties uitgaat boven hetgeen bij het neerstorten van een vliegtuig kan worden verwacht.

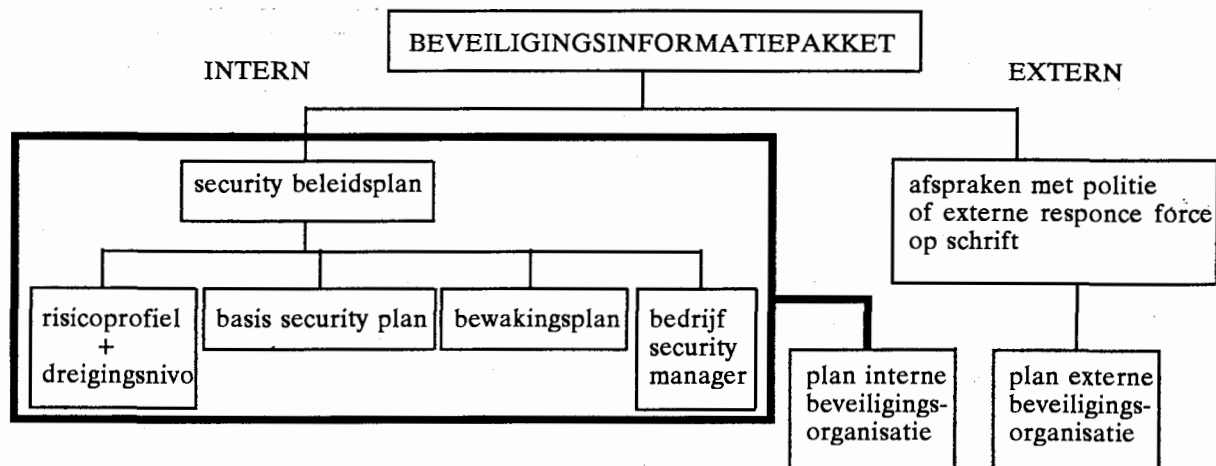
Derhalve wordt bij het ontwerp van het opslaggebouw voor hoog-radioactief afval uitgegaan van een kerosinebrand met een temperatuur van circa 900°C, die enige minuten duurt.

4.3.4 Beveiliging

Beveiliging van de inrichting is noodzakelijk voor een ongestoorde bedrijfsvoering en om te voorkomen dat personen onbevoegd het gecontroleerde gebied zouden kunnen betreden en zichzelf daarmee aan straling bloot zouden kunnen stellen.

Daarnaast is beveiliging van de inrichting noodzakelijk om te kunnen voorkomen dat al dan niet kwaadwillende derden binnen de inrichting een

Figuur 4.3.4 Organigram van het beveiligingsinformatiepakket



voor de omgeving gevaarlijke situatie zouden kunnen creëren of proliferatiegevoelig materiaal zouden kunnen onttrekken.

Bij de opzet van het bedrijfsbeveiligingssysteem is uitgegaan van de Beveiligingsrichtlijnen Kerninstallaties (ref. 9). Dit heeft geresulteerd in een plan waarvan de details zijn vastgelegd in het Beveiligings Informatie Pakket (BIP) dat gezien haar aard vertrouwelijk van karakter is. Het BIP is een onderdeel van het kwaliteitszorgsysteem van COVRA en omvat alle in- en externe instrumenten die nodig zijn of kunnen zijn voor het waarborgen van de beveiliging tegen onbevoegde beïnvloeding. In figuur 4.3.4 is de samenhang van de diverse onderdelen schematisch weergegeven.

Op basis van een zogenaamd "risicoprofiel" is geïnventariseerd welke onbevoegde beïnvloeding van de bedrijfsactiviteiten reëel voorstelbaar is. Vervolgens zijn beveiligingsmaatregelen getroffen die bestaan uit:

- Organisatorische maatregelen
Hieronder valt de organisatie, het personeel en de middelen die ingezet worden om de beveiliging gestalte te geven. Voor wat betreft personeel betekent dit onder andere de aanwezigheid van een security manager en beveiligingsmedewerkers. Onder middelen worden de noodzakelijke beleidsstukken, procedures, richtlijnen, voorschriften, instructies en dergelijke verstaan.
- Bouwkundige maatregelen
Hieronder vallen alle materiële voorzieningen die tot doel hebben weerstand te bieden tegen het middelenarsenaal waarmee binnendringing van een beveiligd object redelijkerwijs kan plaatsvinden. Hiertoe behoren wanden, daken, deuren, ramen, plafonds en dergelijke.
- Elektronische maatregelen
Hieronder vallen alle materiële voorzieningen op elektronisch/elektrotechnisch/optisch gebied die een observerende, signalerende of alarmerende functie hebben. Hiertoe behoren TV-systemen, infrarood detectoren, alarmcentrales en dergelijke.

Naast de actief getroffen beveiligingsmaatregelen wordt de opslag van het radioactief afval gekenmerkt door een hoge mate van passieve veiligheid die onafhankelijk is van de permanente werking van mechanische en electrotechnische systemen welke door moedwillige beschadiging buiten werking zouden kunnen worden gesteld. De aard van de verpakking, de wijze van opslag en de vorm waarin de radioactieve produkten zich bevinden, beperken het risico van het vrijkomen van radioactiviteit ten gevolge van sabotage of terroristische akties. Diefstal van bestraalde splijtstoffen is zeer onwaarschijnlijk omdat het hoge stralingsniveau en de wijze van opslag de materialen ontoegankelijk maken.

Referenties

1. Ministerie VROM en SZW: NVR 1.3: Hoofdregel kwaliteitsborging voor de veiligheid van kerncentrales - Adaptation of IAEA Code Safety Series 50-C-QA, 1989.
2. Ministerie SZW: NVR 3.1: Concept richtlijn voor de bescherming tegen externe effecten" revisie 2, Voorburg juli 1992.
3. Ministerie SZW: NVR 3.10: Concept richtlijn betreffende het ontwerp en de uitvoering van het civieltechnische gedeelte van kernenergiecentrales, revisie 0 d.d. december 1987.
4. Ministerie VROM en SZW: Nota "Omgaan met risico's van straling", Tweede Kamer, vergaderjaar 1989-1990, 21 483 nr. 2 en vervolgnoot, Tweede Kamer, vergaderjaar 1992-1993, 21 483 nr. 15.
5. IAEA Safety Series 50-SG-S1 revisie 1 d.d. 31 mei 1991 "Earthquakes and associated topics in relation to nuclear power plant siting"
6. Provincie Zeeland, Vervoer gevaarlijke stoffen Vlissingen-Oost, rapportnr. 28212122, 1983.
7. TNO, Hoofdgroep Maatschappelijke Technologie, LPG-Integraalstudie: Vergelijkende risico-analyse van de opslag, de overslag, het vervoer en het gebruik van LPG en benzine, 1983.
8. TNO Risico-analyse van de boord-boord overslag van LPG (fase 2), TNO rapport 8728-60739, 1982.
9. Ministerie van Economische Zaken, afdeling Nucleaire Beveiliging en Safeguards "Beveiligingsrichtlijnen kerninstallaties" (BRK-93), 's-Gravenhage, 1993.

HOOFDSTUK 5 AFVALVERWERKINGSGEBOUW

Inhoudsopgave	Pagina
5.1 Hoofdpijnen van het ontwerp	63
5.1.1 Aanvoer van laag- en middelradioactief afval	63
5.1.2 Verwerking van laag- en middelradioactief afval	63
5.1.3 Transport en opslag van laag- en middelradioactief afval	67
5.2 Hoofdpijnen van de nucleaire veiligheid	67
5.2.1 Veiligheidsfuncties	67
5.2.2 Insluiting	68
5.3 Indeling van het gebouw	70
5.4 Ventilatievoorzieningen	70
5.5 Energievoorziening	73
5.6 Watervoorziening	75
5.7 Afvalwatervoorziening	75
5.8 Overige voorzieningen	77

5 AFVALVERWERKINGSGEBOUW

5.1 Hoofdlijnen van het ontwerp

Het doel van de activiteiten in het AfvalVerwerkingsGebouw (AVG) is diverse categorieën laag- en middelradioactief afval zodanig te verwerken en te verpakken dat een voor langdurige opslag geschikt produkt ontstaat. Bij de verwerking wordt tevens naar een optimalisatie gestreefd van de uiteindelijke in opslag te nemen hoeveelheden geïmmobiliseerd en verpakt afval. Bij deze optimalisatie spelen de stralingsdosis tengevolge van de verwerking en het dosistempo van de uiteindelijke verpakking een belangrijke rol (ALARA-principe). In figuur 5.1 zijn de belangrijkste handelingen die in het AVG worden uitgevoerd schematisch weergegeven.

Het AVG is opgetrokken in beton. Bij het ontwerp van het AVG is met mogelijke uitbreidingen van verwerkingsinstallaties en bufferopslagruimtes rekening gehouden (zie ook hoofdstuk 2).

5.1.1 Aanvoer van laag- en middelradioactief afval

Het te verwerken laag- en middelradioactief afval wordt aangevoerd naar de ontvangsthal van het afvalverwerkingsgebouw. In de ontvangsthal kunnen vrachtwagens met behulp van een vorkheftruck ontladen worden.

De vaten worden, gesorteerd naar aard en/of de toe te passen verwerkingsmethode, naar de desbetreffende bufferopslagruimte getransporteerd. De gegevens van de vaten worden vervolgens per ruimte in de afvaladministratie ingevoerd.

Incidenteel kan het voorkomen dat afval dat niet hoeft te worden verwerkt in het AVG wordt geplaatst.

Voorbeelden hiervan zijn:

- containers met verarmd uraniumoxide of laag- en middelradioactief afval dat zonder verwerking kan worden opgeslagen in geval de ruimten in het COG of VOG niet beschikbaar zijn
- transportcontainers met slurries/slib, afkomstig van de olie- en gasindustrie in afwachting van vervoer naar een noodzakelijke (tussen)verwerking.

5.1.2 Verwerking van laag- en middelradioactief afval

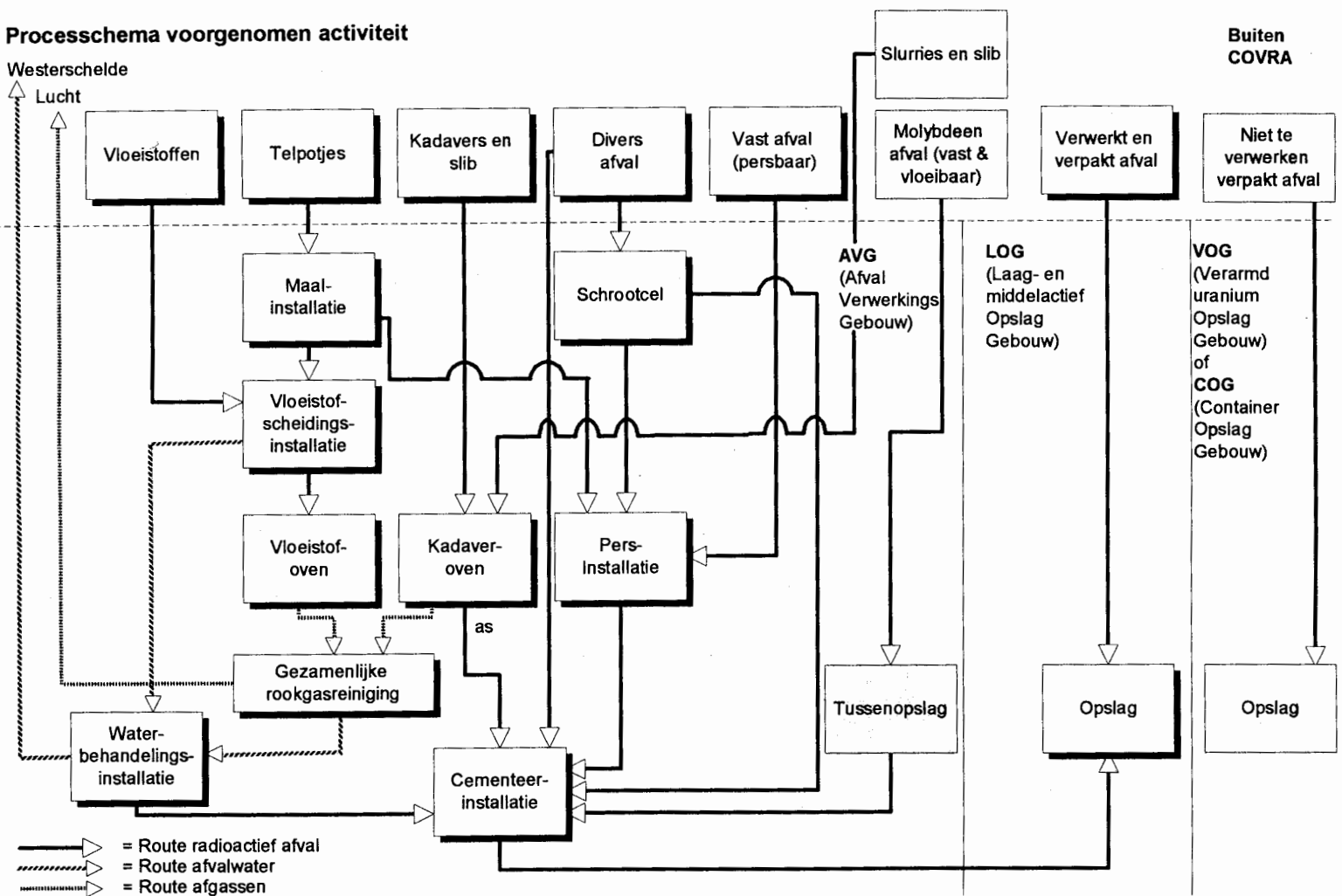
Op basis van de aard en/of de toe te passen verwerkingsmethode wordt onderscheid gemaakt tussen een aantal afvalcategorieën.

Telpotjes

Telpotjes met vloeistoffen worden aangevoerd in vaten, die in de telpotjesinstallatie worden behandeld. Hierbij ontstaan:

- scintillatie-vloeistof, die wordt opgevangen in vaten voorzien van een inwendige bekleding; deze wordt als mengvloeistof behandeld,
- lege vaten; deze worden als overig afval behandeld,
- vaten met versnipperde telpotjes; deze worden als persbaar afval behandeld.

Figuur 5.1 Schematisch overzicht van de belangrijkste handelingen in het afvalverwerkingsgebouw



De scheidingsinstallatie is opgebouwd uit een hef-kanteldeel, een maalinrichting met zeefinstallatie, een opvanggedeelte voor de vaste stoffen en voor de vloeistoffen, alsmede hulpinstallaties zoals een zeefverwarming, een reinigingssysteem en een brandblusinstallatie.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van explosiegevaarlijke stoffen zijn in de installatie drukontlastpanelen aangebracht.

Vloeistoffen

Vloeistoffen worden bij de verwerking in het algemeen beschouwd als mengvloeistoffen, omdat verontreiniging van het waterbehandelingssysteem met organische vloeistoffen zoveel mogelijk moet worden uitgesloten. De vloeistoffen worden aangevoerd in vaten die zijn voorzien van een inwendige bekleding.

Sommige vloeistoffen met een nauwkeurig gedefinieerde samenstelling kunnen direkt gecementeerd worden. De overige vloeistoffen worden behandeld in het vloeistofscheidingssysteem, dat ondermeer is opgebouwd uit een overpompgedeelte, een controlegedeelte en een scheidinggedeelte. Scheiding vindt plaats in twee fracties: een mogelijk aanwezige organische vloeistoffractie en een anorganische vloeistoffractie. De organische fractie wordt opgeslagen in vast opgestelde of verrijdbare tanks, alvorens in het verbrandingssysteem voor vloeistoffen te worden verbrand. De anorganische fractie wordt opgeslagen in opslagtanks, alvorens het in het waterbehandelingssysteem wordt verwerkt.

Waterig afval verontreinigt met organische stoffen, dat zich niet als mengvloeistof laat verwerken in het vloeistofscheidingssysteem en ook niet direkt kan worden behandeld in het waterbehandelingssysteem, wordt in de vloeistofoven behandeld of, na invriezen, in de kadaveroven.

Het verbrandingssysteem voor vloeistoffen bestaat uit een oven en hulpinstallaties, zoals een rookgaskoelsysteem en een rookgasreinigingssysteem. De rookgassen die bij de verbranding vrijkomen worden na koeling gereinigd in een rookgaswasinstallatie en vervolgens via een filterinstallatie, bestaande uit voor- en absoluutfilters, naar de schoorsteen afgevoerd. Achter de filters zijn zuig/trekventilatoren opgesteld, die de rookgassen uit de verbrandingsoven zuigen. Het afvalwater van het rookgasreinigingssysteem wordt voor behandeling overgebracht naar het waterbehandelingssysteem.

Het waterbehandelingssysteem bestaat ondermeer uit opslagtanks, een chemicaliënstation, de slibafscheiding en verwerking, een filtratiegedeelte en een neutralisatie- en lozingsgedeelte.

Het verkregen slib van de waterbehandeling wordt in het slibcementeerstation met cement verwerkt in vaten.

Het afvalwater van de waterbehandeling wordt bemonsterd. Als vastgesteld is dat de concentratie van aanwezige verontreinigingen voldoen aan de gestelde lozingslimieten wordt het afvalwater via de lozingsleiding op de Westerschelde geloosd. Ook van het daadwerkelijk geloosde water worden monsters genomen.

De anorganische vloeistoffen afkomstig van de molybdeenproductie hebben een nauwkeurig omschreven samenstelling. De vloeistoffen worden aangevoerd in een speciale transportcontainer met een binnenvat, waarin zich de vloeistof bevindt. In de vloeistofleeginstallatie wordt de vloeistof uit het transportvat afgetapt in opslagtanks. Vervolgens wordt de vloeistof in kleine hoeveelheden (batches) gecementeerd.

Slurries/slib

Het kenmerk van slurries en slib is dat deze een hoog vaste stof gehalte hebben. Slurries/slib kunnen ondermeer bestaan uit:

- waterig afval verontreinigd met organische stoffen,
- olie bevattend slib van de reiniging van installaties en vloerputten,
- actief kool met slib van de waterbehandeling,
- olie- en/of condensaatbevattend slib, hoofdzakelijk afkomstig van de olie- en gasindustrie.

Afhankelijk van de samenstelling worden deze behandeld in de kadaveroven of vloeistofoven, danwel direkt gecementeerd.

Kadavers

Kadavers worden, verpakt in boxen, in de kadaveroven verbrand. In de kadaveroven kunnen daarnaast slurries/slib worden verbrand.

Het verbrandingssysteem bestaat ondermeer uit een toevoersysteem, de verbrandingskamers en een rookgaskoelsysteem. Het systeem is aangesloten op de luchttoevoer en op de rookgasreiniging van het verbrandingssysteem voor vloeistoffen.

De as die bij verbranding ontstaat wordt in vaten verzameld en zo mogelijk direkt verperst. Fijne stofvormige as wordt vervoerd naar de asimmobilisatie- en cementeerinstallatie. In deze installatie wordt de as met cement en water gemengd in een vat. Dit vat wordt vervolgens in de persruimte verperst.

Persbaar (vast) afval

Persbaar (vast) afval wordt, verpakt in vaten, behandeld in de persruimte. Hier wordt het afval verperst tot zogenaamde perslingen die in een vat worden geplaatst en vervolgens met beton worden gefixeerd tot een geïmmobiliseerd, verpakt produkt.

De hogedruk pers bevindt zich in een afzonderlijke ruimte, de perscel. De perscel is toegankelijk via een sluis.

Het perssysteem is ondermeer opgebouwd uit een transportsysteem, een vatinvoersluis met perforatiesysteem en positioneringssysteem, de hogedruk pers met hydraulische eenheid, een perslinguitvoersysteem met buffersysteem en vatvulsysteem, een transportsysteem voor toevoer van vaten, een laadsluis en cementeersluis en een transportsysteem voor afvoer van afgestorte vaten.

Persbaar afval ontstaat ook binnen de andere gebouwen van de inrichting en binnen het afvalverwerkingsgebouw tijdens de verwerking van andere soorten afval. Ook dit secundaire afval wordt in de pers- en cementeerin-

stallatie verwerkt. De belangrijkste hiervan zijn:

- voorgeperste lege vaten en schrootafval,
- versnipperde telpotjes en lege telpotjesvaten,
- as-cementmengsels afkomstig van de as-immobilisatie- en cementseringsinstallatie.

Vloeistoffen en slib/slurries die eventueel bij het verpersen vrijkomen worden opgevangen en conform overige vloeistoffen of slib/slurries behandeld.

Bronnen en overig afval

Bronnen worden apart verpakt in gesloten vaten of in speciale transportcontainers aangeleverd. Afhankelijk van de activiteit en de soort bronnen worden de bronnen verperst of direkt gecementeerd.

Overig afval bestaat in het algemeen uit lege vaten, filters en grotere componenten die niet in standaard verpakkingen kunnen worden aangevoerd. Meestal betreft dit componenten die in de verschrotingsruimte moeten worden geperst met een balenpers of verkleind, door middel van zagen, knippen of snijbranden, tot afmetingen die kunnen worden verperst of direkt gecementeerd.

Afval met een hoge activiteitsinhoud aan kortlevende radionucliden zoals bijvoorbeeld vast afval afkomstig van de molybdeenproduktie wordt voorafgaande aan het cementeren tijdelijk opgeslagen tussen stralingsafschermende wanden ten behoeve van radioactief verval, waarna het afval wordt gecementeerd.

5.1.3 Transport en opslag van laag- en middelradioactief afval

Afval dat in het afvalverwerkingsgebouw is verwerkt tot een verpakt produkt wordt vanuit de bufferruimte voor verwerkt en verpakt afval overgebracht naar een LOG. Dit overbrengen gebeurt campagnegewijs met vrachtwagens.

5.2 Hoofddijnen van de nucleaire veiligheid

5.2.1 Veiligheidsfuncties

In hoofdstuk 4 zijn de uitgangspunten van de veiligheid beschreven. Deze uitgangspunten leiden ertoe, dat voldaan moet worden aan het IBC-principe:

- Isoleren,
- Beheersen,
- Controleren.

Gerangschikt naar het IBC-principe dienen de volgende veiligheidsfuncties (F1 t/m F6) ten aanzien van de verwerking van laag- en middelradioactief afval vervuld te kunnen worden:

Isoleren

F1 Insluiting van het laag- en middelradioactief afval door middel van tenminste één insluitende barrière tegen het vrijkomen van

- radioactieve produkten.
- F2 Stralingsafscherming van het laag- en middelradioactief afval door middel van stralingsafschermende wanden, vloeren, deuren en dergelijke.

Beheersen

- F3 Verzekering van de brandveiligheid van het laag- en middelradioactief afval door middel van materiaalkeuze, compartimentering, detectie en blussystemen.
- F4 Beheersing van emissies van vloeibare en luchtgedragen radioactieve stoffen door middel van gescheiden gefilterde ventilatiesystemen, water-behandelingssystemen en afvalwatersystemen.

Controleren

- F5 Controle van handelingen die invloed hebben op de veiligheid door middel van bedieningssystemen en instrumentatie.
- F6 Controle van emissies van directe straling naar de omgeving en van vloeibare en luchtgedragen radioactieve stoffen naar het oppervlaktewater en de atmosfeer door middel van bemonstering en directe metingen.

Ten behoeve van de verzekering van deze veiligheidsfuncties wordt onderscheid gemaakt tussen:

Vitale installatiedelen

Hieronder worden alle componenten, systemen en constructies verstaan die noodzakelijk zijn voor de veiligheidsfuncties F1 t/m F4 teneinde ontoelaatbare emissies van radioactieve stoffen of stralingsbelasting van het bedienend personeel en de omgeving te voorkomen.

Essentiële installatiedelen

Hieronder worden alle componenten, systemen en constructies verstaan die noodzakelijk zijn voor de veiligheidsfuncties F5 en F6 teneinde na een storing of ongeval de situatie te kunnen controleren.

Voor het afvalverwerkingsgebouw is, op grond van deze uitgangspunten, de insluiting van het radioactieve afval onder normale bedrijfsomstandigheden, storingen en ongevallen verzekerd. Bij een aantal ontwerpgebeurtenissen van categorie 3 en 4 (zie hoofdstuk 4) is de insluiting niet verzekerd en kunnen emissies van radioactieve produkten naar de omgeving optreden.

5.2.2 Insluiting

Voor de insluiting van de radioactieve produkten die in het afval aanwezig zijn, is op ieder moment tijdens het hanteren van het afval en tijdens de verwerking en opslag tenminste één barrière aanwezig. In een groot aantal gevallen zijn twee barrières aanwezig. Deze barrières zijn samengevat in tabel 5.2.2.

Uit tabel 5.2.2 kan geconcludeerd worden dat met name tijdens de verwerking van radioactief afval, afhankelijk van de aard van het materiaal,

slechts één barrière aanwezig is. Deze barrière wordt bij de verwerking in het algemeen gevormd door de verwerkingsinstallatie (perscel, verbrandingsoven) die is aangesloten op ofwel een rookgasreinigingssysteem of wel een ventilatiesysteem.

In verband met de afwezigheid van een tweede barrière worden de verwerkingsinstallatie tezamen met het rookgasreinigingssysteem of het ventilatiesysteem beschouwd als vitale installatiedelen.

Tabel 5.2.2 Barrières voor insluiting van laag- en middelradioactief afval bij verwerking en opslag in het AVG

Ruimte in het AVG	Laag- en middelradioactief afval	
	Barrière 1	Barrière 2
Ontvangsthal	○ en/of ●	(□) en/of △
Transportgang	○ en/of ●	(□) en/of △
Bufferopslagruimten	○ en/of ●	(□) en/of △
Verwerkingsruimten	○ en/of ●	△
Verwerkingsinstallatie	-	△
Tussenopslagruimten	○ en/of ●	△
(□) Zo nodig transportcontainer, afhankelijk van aard, activiteitsinhoud of dosistempo ○ Verpakking ● Het materiaal zelf en/of de immobilisatiematrix, △ Verwerkingsinstallatie of gebouw (incl. filters van ventilatiesysteem)		

Transportcontainer

Ten behoeve van het transport van laag- en middelradioactief afval worden sommige afvalcategorieën, zoals bronnen of vloeibaar afval afkomstig van de molybdeen produktie, in een transportcontainer geplaatst die een insluitende en afschermende functie heeft.

Verpakking, het materiaal zelf en/of de immobilisatiematrix

Onder de verpakking wordt de buitenste omhulling (vat) van het radioactief afval verstaan. De matrix is het medium dat dient als insluitmiddel voor het radioactieve afval. Voor laag- en middelradioactief afval is dit het cement en/of beton dat tijdens verwerking wordt toegepast. Daarnaast kan het afval materiaal zelf een barrière vormen, zoals gesloten bronnen.

Op het moment dat de verpakking, het materiaal zelf en eventueel de matrix zijn gecombineerd tot één eenheid, waarvan de insluitende eigenschappen niet afzonderlijk te controleren zijn, wordt deze eenheid als één barrière beschouwd.

Verwerkingsinstallatie, gebouw

De verwerkingsinstallatie en het gebouw verzorgen eveneens insluiting maar zijn niet hermetisch dicht. Derhalve worden, om ongecontroleerde

verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen, tussen installaties en ruimten met verschillend besmettingspotentieel drukverschillen onderhouden door middel van het ventilatiesysteem. Luchtstromen zijn hierdoor gericht naar een installatie of een ruimte met een hoger besmettingspotentieel.

De uitlaatlucht, afkomstig van (potentieel) besmette ruimten wordt, door middel van filters, gereinigd teneinde radioactieve emissies te beperken.

5.3 Indeling van het gebouw

Het AVG bestaat uit een ontvangsthal, een gecontroleerd gebied waar met radioactieve stoffen wordt gewerkt en de dienstenruimten ten behoeve van de energievoorziening, opslag van grondstoffen en chemicaliën en de hulpinstallaties, zoals werk- en instrumentenlucht.

In figuur 5.3 is de indeling van het afvalverwerkingsgebouw schematisch aangegeven.

Naast de ontvangsthal bevinden zich de (centrale) controlekamer, een werkplaats, een ruimte voor de stralingscontroledienst en een laboratorium. Deze werkplaats en laboratorium zijn bedoeld voor werkzaamheden waarbij niet met radioactieve stoffen wordt gewerkt (niet-actief laboratorium).

Het gecontroleerde gebied omvat ruimten op de begane grondvloer en de verdiepingsvloer. Op de begane grond bevinden zich ondermeer de ruimten ten behoeve van de verwerkingsinstallaties voor radioactief afval, de buffer-opslagruimten voor niet verwerkt afval en voor verwerkt en verpakt afval, een opslagruimte voor hulpgoederen, een kleedruimte met toegangscontrole, een actief laboratorium met een meetkamer en een wasserij.

Op de verdiepingsvloer bevinden zich een aantal elektrische ruimten, de ruimten met de ventilatievoorzieningen, de ruimten voor de toevoer- en afvoerluchtvoorzieningen van de verbrandingsinstallaties en de ruimte voor de hydraulische voorzieningen van de persinstallatie.

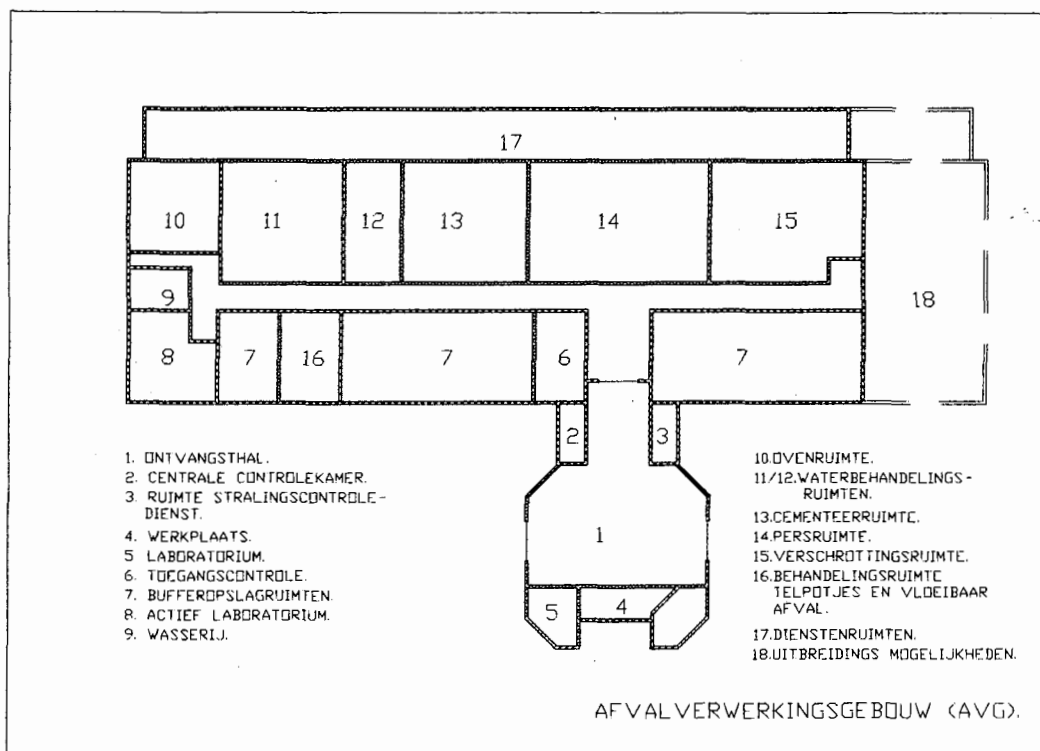
5.4 Ventilatievoorzieningen

Het ventilatiesysteem van het gebouw is zodanig ontworpen dat ongecontroleerde verspreiding van radioactiviteit wordt voorkomen doordat de luchtstroom vanuit (potentieel) minder of niet-gecontamineerde ruimten naar (potentieel) meer gecontamineerde ruimten wordt gevoerd. De ventilatielucht wordt vervolgens gefilterd alvorens deze wordt geloosd.

Het doel van het ventilatiesysteem is:

- het toevoeren van gefilterde verse lucht naar de verschillende ruimten in het gebouw,
- het beheersen van de temperatuur in de verschillende ruimten

Figuur 5.3 Schematische indeling van het afvalverwerkingsgebouw



- het onderhouden van de noodzakelijke stromingsrichting van lucht van niet of (potentieel) minder naar (potentieel) meer gecontamineerde ruimten,
- het reinigen (filteren) van de afgevoerde ventilatielucht van (potentieel) gecontamineerde ruimten,
- het afvoeren van de ventilatielucht naar de atmosfeer.

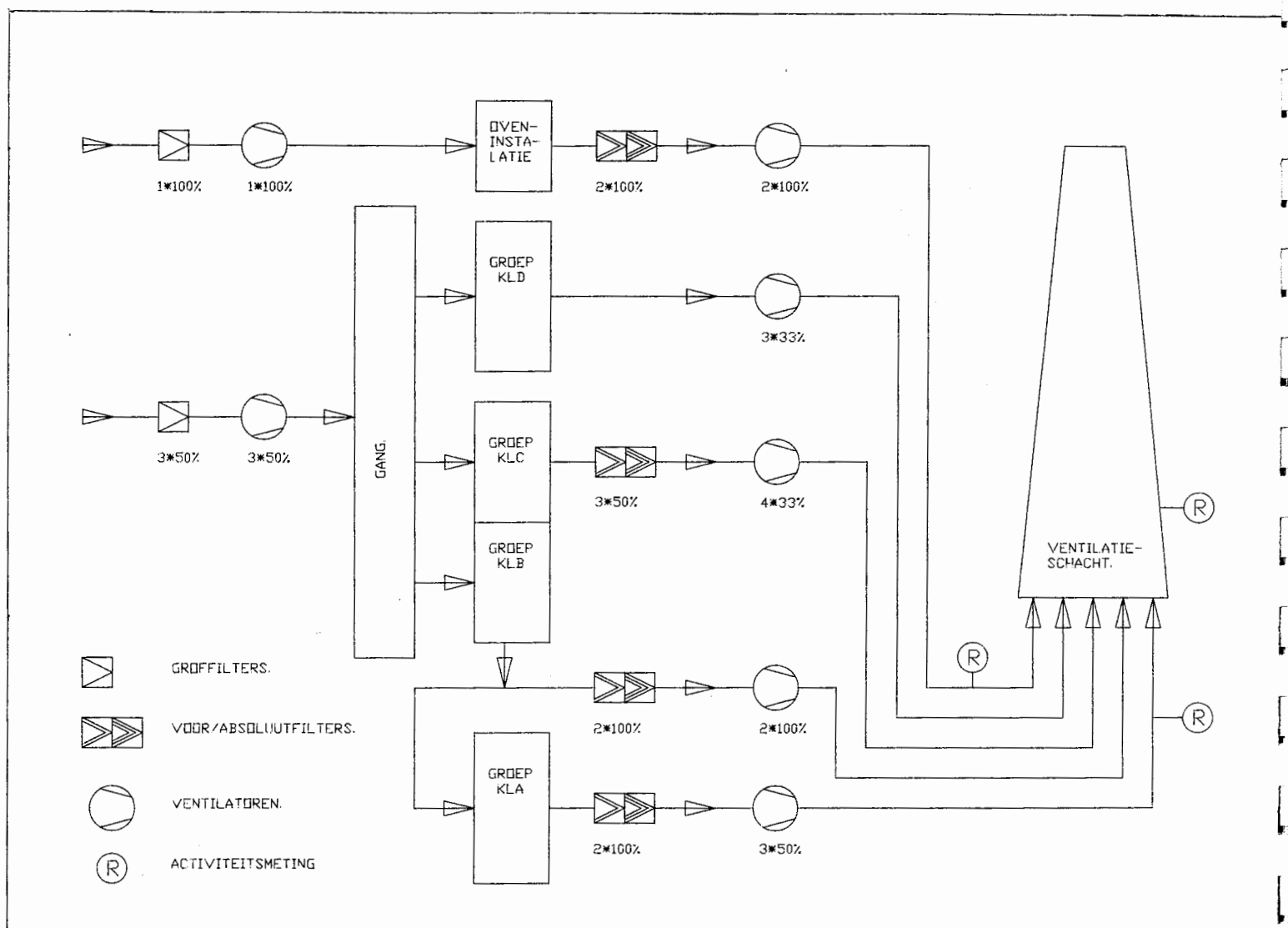
Het ventilatiesysteem binnen het gecontroleerde gebied van het AVG is opgebouwd uit een toevoersysteem en vier afvoersystemen, die als volgt zijn onderverdeeld (zie figuur 5.4):

- systeem KLA voor ruimten die met zekerheid gecontamineerd zijn,
- systeem KLB voor ruimten die potentieel gecontamineerd zijn en waaruit een gedeelte van de toegevoerde lucht via het KLA systeem wordt afgevoerd,
- systeem KLC voor ruimten die potentieel gecontamineerd zijn,
- systeem KLD voor ruimten die met zekerheid niet gecontamineerd zijn.

De verwerkingsinstallaties, zoals de telpotjesinstallatie, het vloeistofscheidingssysteem, de perscel en de verschromtingsinstallatie zijn aangesloten op het ventilatiesysteem KLA. In deze verwerkingsinstallaties staat het radioactieve afval in direct contact met de omgeving en fungeert het ventilatiesysteem als primaire barrière tegen het vrijkomen van radioactieve producten.

In de verwerkingsruimten ontstaat een gerichte luchtstroom vanuit de ruimte (systeem KLB) naar de verwerkingsinstallatie en wordt voorkomen

Figuur 5.4 Principeschema van het ventilatiesysteem



dat radioactieve stoffen op ongecontroleerde wijze in de ruimte worden verspreid.

De emissie van radioactieve stoffen via de ventilatieschacht naar buiten wordt beperkt doordat de lucht van (potentieel) gecontamineerde ruimten via absoluutfilters naar de ventilatieschacht wordt afgevoerd. Alle afvoersystemen tezamen, alsmede de afvoer van de verbrandings-installaties, komen uit op de ventilatieschacht. De emissie van luchtgedragen radioactieve stoffen uit de ventilatieschacht wordt gecontroleerd door middel van monstername en directe metingen.

De afvoersystemen KLA, KLB en KLC zijn redundant uitgevoerd zodat bij het niet beschikbaar zijn van een ventilator of filterkast reservecapaciteit beschikbaar is. Het afvoersysteem KLA is bovendien aangesloten op de noodstroomvoorziening.

De toe- en afvoerlucht van de bufferopslag- en verwerkingsruimten waarin mogelijk brandbaar afval aanwezig kan zijn, kunnen worden gesloten in geval van een brandmelding in de betreffende ruimte. De brandkleppen zijn voorzien van een smeltveiligheid, waarbij in geval van overschrijding van de smelttemperatuur de brandklep automatisch sluit.

Het ventilatiesysteem van de dienstenruimten, waar geen radioactief afval aanwezig is, is gescheiden van die van het AVG. Deze ruimten worden gedeeltelijk door middel van natuurlijke ventilatie en gedeeltelijk door middel van mechanische ventilatie geventileerd.

5.5 Energievoorziening

Gasvoorziening

Het gas ten behoeve van de verbrandingsovens en de warm watervoorziening wordt aangeleverd vanuit het gasinkoopstation op het COVRA-terrein naar de dienstenruimten van het AVG.

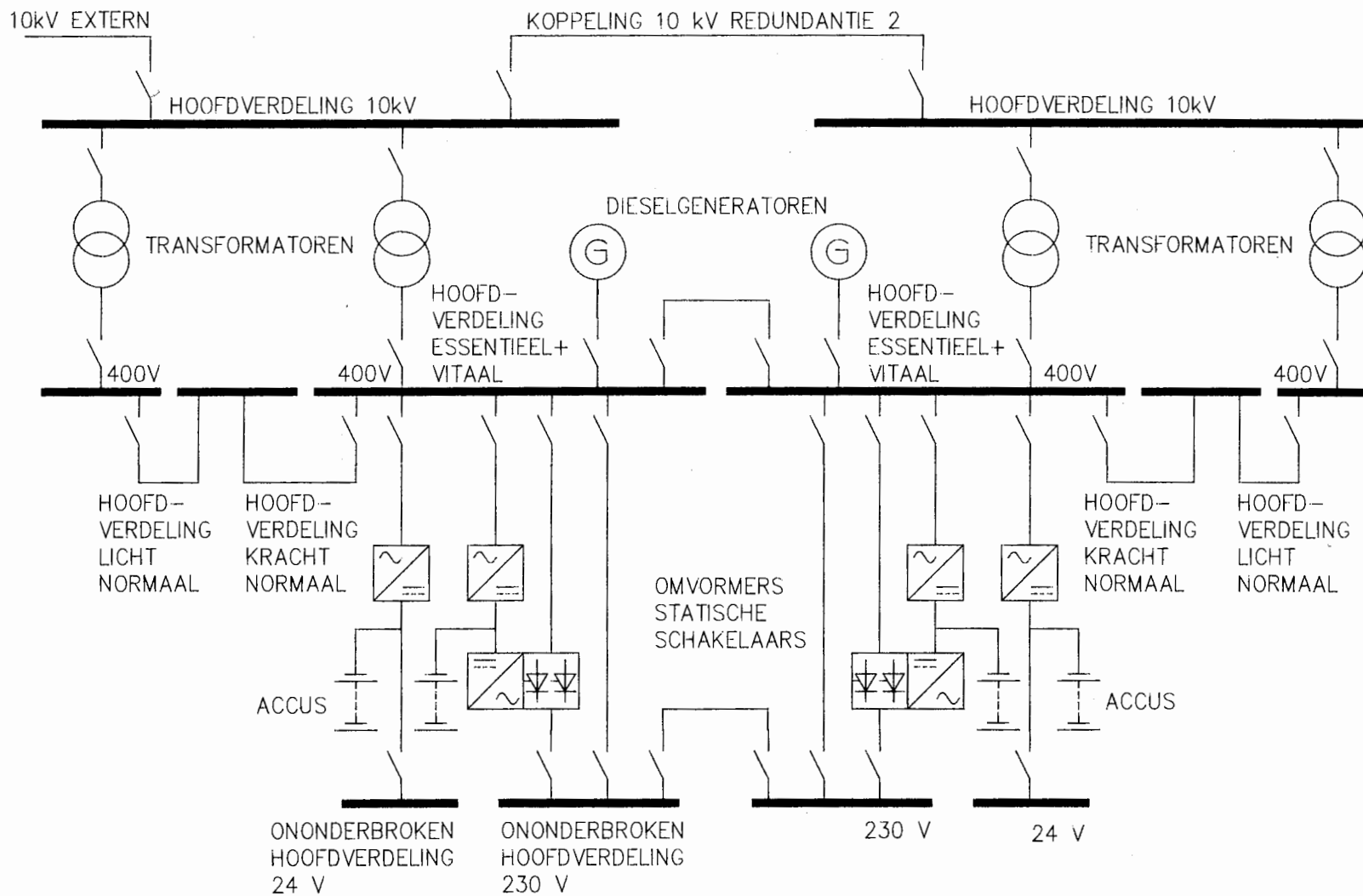
Elektriciteitsvoorziening

De elektrische voeding wordt verzorgd door het energiebedrijf op een spanningsniveau van 10 kV. Via transformatoren en de schakelinstallatie, die zijn opgesteld in de dienstenruimten van het AVG, worden verschillende gebruikers van elektrische energie voorzien.

De elektriciteitsvoorziening is redundant uitgevoerd, teneinde bij uitval van een transformator de vitale en essentiële gebruikers van stroom te kunnen voorzien (zie figuur 5.5).

Noodstroomvoorziening

In de dienstenruimten van het AVG zijn ruimtelijk gescheiden twee noodstroomaggregaten opgesteld. De noodstroomvoorziening is redundant uitgevoerd aangezien elk aggregaat in staat is om de volledige noodstroombehoefte van de vitale en essentiële gebruikers te verzorgen. Daarnaast zijn accu's aanwezig om bij onderbreking van de elektriciteitsvoorziening de hierop aangesloten gebruikers, zonder onderbreking, van elektriciteit te kunnen voorzien.



Figuur 5.5 Principeschema electriciteitsvoorziening

5.6 Watervoorziening

Drink- en proceswater

De levering van water vindt plaats in het waterinkoopstation op het terrein. In het waterinkoopstation bevindt zich een frontale onderbreking van de wateraansluiting, die bestaat uit een breektank met een hydrofooreenheid met pompen. Vanaf deze breektank wordt water toegevoerd naar één van de dienstenruimten in het AVG, waar het distributienet van de gebouwen is aangesloten.

De watertoevoer in het AVG is verdeeld in twee categorieën, het drinkwatersysteem en het proceswatersysteem. Het proceswatersysteem is door een breektank gescheiden van het drinkwatersysteem. In het radiologisch gecontroleerde gebied is alleen proceswater beschikbaar. In de dienstenruimten en de ontvangsthal, alsmede het gedeelte van de hoofdtoegangscontrole na de besmettingsmonitor is drinkwater beschikbaar.

Koelwater

De koeling van het ventilatiesysteem en de hydrauliektank van de persinstallatie wordt verzorgd door een koudwatersysteem. De opgenomen warmte van dit systeem wordt afgevoerd via een koelwatersysteem dat op zijn beurt via warmtewisselaars gekoeld wordt door het vijverwater.

Warmwater

De verwarming van de diverse gebouwen wordt verzorgd door een verwarmingssysteem waarbij warmwater wordt opgewekt met gasgestookte verwarmingsketels. Deze ketels staan opgesteld in één van de dienstenruimten van het AVG.

Bluswater

Het bluswaternetwerk bestaat uit een leidingnet, waarop de hydranten op het terrein zijn aangesloten. Dit netwerk wordt gevoed vanuit de lage vijver via opvoerpompen, die in het drinkwaterinkoopstation staan opgesteld. De pompen zijn aangesloten op het noodstroomsysteem. Met de pompen worden de hydranten voorzien van bluswater.

5.7 Afvalwatervoorziening

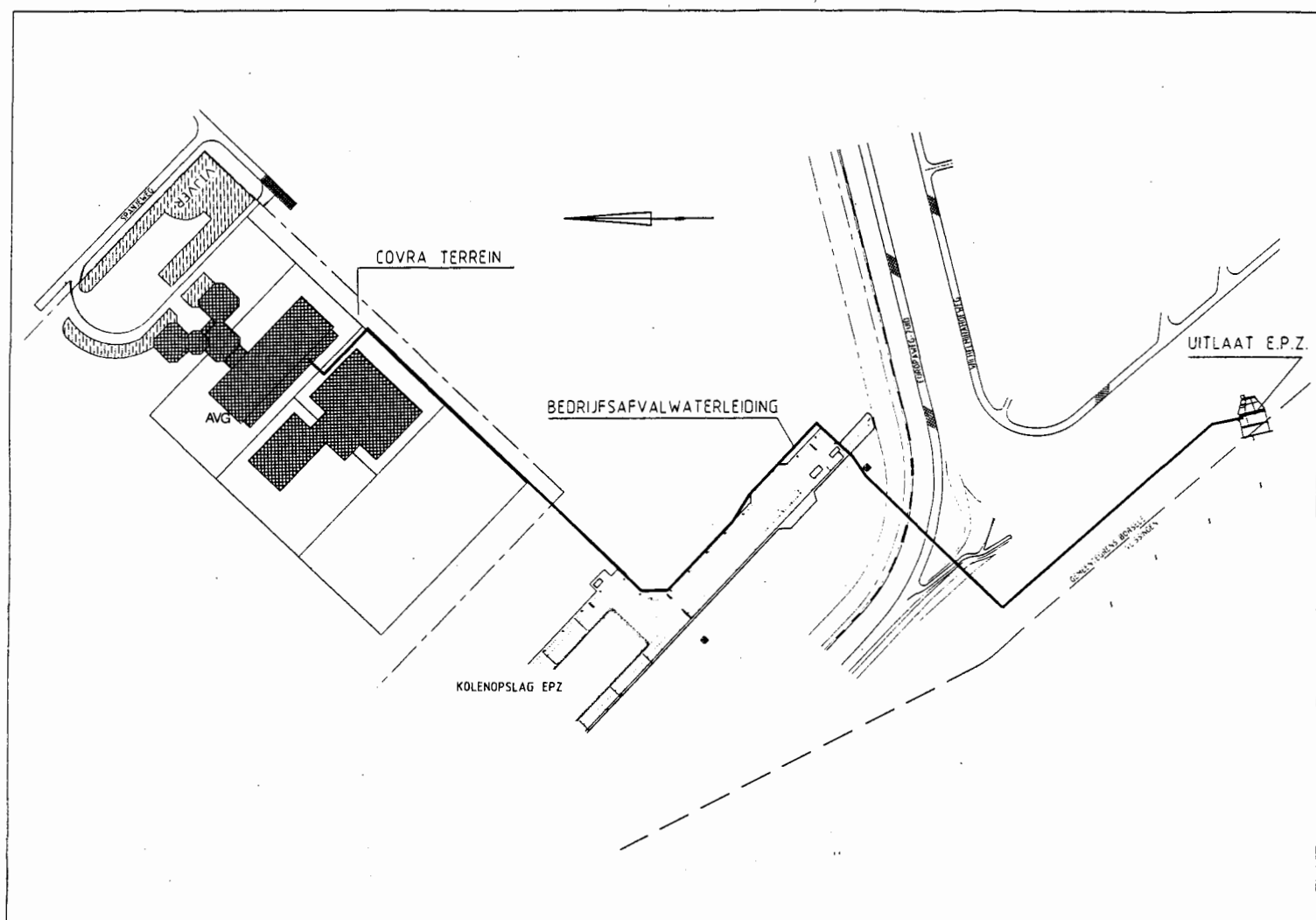
Hemelwater

Het hemelwaterafvoersysteem van het AVG en de overige gebouwen bestaat uit terreinleidingen met putten. Deze leidingen voeren het water af naar een overloopvijver en vandaar naar de Van Cittershaven.

De vijver dient als buffer voor de opvang van hemelwater van het bebouwde en verharde terreingedeelte, als koelwatervijver en als noodreservoir voor de brandweer.

De afvoer van het systeem wordt afgesloten in situaties, waarbij besmetting van de vijver niet uitgesloten kan worden.

Figuur 5.7 Tracé lozingsleiding bedrijfsafvalwater



Sanitair afvalwater

Het sanitair afvalwaterafvoersysteem is bedoeld om afvalwater anders dan hemelwater en anders dan van radioactiviteit gereinigde vloeistoffen af te voeren.

Het sanitair afvalwater vanuit het AVG en de overige gebouwen wordt in een buffertank verzameld. De inhoud van de tank wordt periodiek afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

Bedrijfsafvalwater

Vloeibare emissies van bedrijfsafvalwater vinden alleen periodiek plaats vanuit het AVG in kleine hoeveelheden tegelijk (batches).

Het gereinigde en geneutraliseerde bedrijfsafvalwater wordt verzameld in tanks met voorzieningen voor het nemen van monsters.

Indien de concentraties van de diverse radioactieve en niet-radioactieve verontreinigingen dit toelaten, worden de vloeistoffen overgepompt naar de lozingstank.

Vanuit de lozingstank wordt de vloeistof afgevoerd naar de Westerschelde via de lozingsleiding. Deze lozingsleiding is dubbelwandig uitgevoerd, zodat lekkage naar de bodem onder het leidingtracé wordt voorkomen. Door middel van het lekdetectie-systeem wordt de dichtheid van de lozingsleiding gecontroleerd.

De lozingsleiding begint bij het AVG en loopt via het terrein van het Havenschap Vlissingen naar de Westerschelde, om uit te monden in de koelwateruitlaat van de NV EPZ. De ligging van de lozingsleiding is weergegeven in figuur 5.7.

5.8 Overige voorzieningen

Bedieningssysteem

De bediening van de verwerkingsinstallaties vindt plaats met bedieningssystemen die zoveel mogelijk lokaal zijn opgesteld. Bediening is hierbij mogelijk na vrijgave door de centrale controlekamer.

De controlekamer is daarnaast uitgerust met een bedieningseenheid voor TV-camera's met bijbehorende monitoren, de hoofdpst voor het oproepsysteem en intercomsysteem, enkele telefoontoestellen, een computernetwerkkoppeling en een doormeld-systeem voor bewakings- en signaleringsfuncties uit het opslaggebouw voor hoogradioactief afval.

Brandmeldsysteem

Ten behoeve van de signalering van een brand wordt in het afvalverwerkingsgebouw gebruik gemaakt van rookmelders. Daarnaast zijn handmelders aanwezig. Brandmelding vindt plaats in de centrale controlekamer. Ook de verzamelmeldingen van de overige gebouwen komen in deze controlekamer binnen.

Voor het bestrijden van een brand in het afvalverwerkingsgebouw zijn blusmiddelen aanwezig.

Explosiedetectiesysteem

In ruimten waar organische vloeistoffen verwerkt of opgeslagen worden, is detectieapparatuur aangebracht om de mogelijke vorming van explosieve gasmengsels te kunnen detecteren. De melding vindt plaats in de centrale controlekamer.

HOOFDSTUK 6 OPSLAGGEBOUWEN VOOR LAAG- EN MIDDEL-RADIOACTIEF AFVAL

Inhoudsopgave	Pagina
6.1 Hoofdpijnen van het ontwerp	81
6.1.1 Laag- en middelradioactief afvalopslaggebouwen (LOG)	81
6.1.2 Verarmd uranium opslaggebouwen (VOG)	82
6.1.3 Container opslaggebouwen (COG)	82
6.2 Hoofdpijnen van de nucleaire veiligheid	82
6.2.1 Veiligheidsfuncties	82
6.2.2 Insluiting	83
6.3 Indeling van de gebouwen	85
6.4 Ventilatievoorzieningen	85
6.5 Energievoorziening	85
6.6 Watervoorziening	85
6.7 Afvalwatervoorziening	85
6.8 Overige voorzieningen	85

- Groep A: alfahoudend afval van ziekenhuizen, de industrie en onderzoeksinstellingen,
- Groep B: bèta/gamma houdend afval van kernenergiecentrales
- Groep C: bèta/gamma houdend afval van ziekenhuizen, de industrie en onderzoeksinstellingen met halveringstijd groter dan 15 jaar,
- Groep D: bèta/gamma houdend afval van ziekenhuizen, de industrie en onderzoeksinstellingen met halveringstijd kleiner dan of gelijk aan 15 jaar.

Incidenteel kan het voorkomen dat niet verwerkt afval tijdelijk in een LOG wordt geplaatst. Voorbeelden hiervan zijn:

- containers met verarmd uraniumoxide of laag- en middel radioactief afval dat zonder verwerking kan worden opgeslagen, ingeval de ruimten in een COG of VOG niet beschikbaar zijn,
- transportcontainers met slurries/slib afkomstig van de olie- en gas-industrie, in afwachting van afvoer voor een noodzakelijke (tussen)verwerking.

Opslag van containers met bestraalde splijtstofelementen

In een LOG worden tevens, voorafgaande aan de inbedrijfstelling van het HABOG, containers met splijtstofelementen opgeslagen (zie hoofdstuk 2). Voorzien is in het gebouw maximaal 10 beladen containers met hoogverrijkte splijtstofelementen van onderzoeksreactoren tijdelijk op te slaan. Deze containers zijn gecertificeerd als type B container voor het transport en opslag van splijtstofelementen.

6.1.2 Verarmd uranium opslaggebouwen (VOG)

Deze opslaggebouwen zijn opgetrokken in beton en zijn bestemd voor in containers verpakt verarmd uraniumoxide. De containers worden getransporteerd naar de ontvangstruimte van het gebouw.

In de ontvangstruimte vindt de ingangscontrole plaats. Vervolgens worden de containers op de voorziene positie in het gebouw geplaatst. De gegevens en de positie van de containers worden administratief verwerkt.

6.1.3 Container opslaggebouwen (COG)

Deze opslaggebouwen zijn opgetrokken in staal en zijn bestemd voor in containers verpakt laag- en middelradioactief afval van bijvoorbeeld de ertsverwerkende- en de procesindustrie dat zonder verwerking kan worden opgeslagen. De containers worden getransporteerd naar de ontvangstruimte van het gebouw.

In de ontvangstruimte vindt de ingangscontrole plaats. Vervolgens worden de containers op de voorziene positie in het gebouw geplaatst. De gegevens en de positie van de containers worden administratief verwerkt.

6.2 Hoofdpijnen van de nucleaire veiligheid

6.2.1 Veiligheidsfuncties

In hoofdstuk 4 zijn de uitgangspunten van de veiligheid beschreven. Deze uitgangspunten leiden ertoe, dat voldaan moet worden aan het IBC-principe:

- Isoleren,
- Beheersen,
- Controleren.

Gerangschikt naar het IBC-principe dienen de volgende veiligheidsfuncties (F1 t/m F6) ten aanzien van de opslag van laag- en middelradioactief afval vervuld te kunnen worden:

Isoleren

- F1 Insluiting van het laag- en middelradioactief afval door middel van tenminste één barrière tegen het vrijkomen van radioactieve producten.
- F2 Stralingsafscherming van het laag- en middelradioactief afval door middel van stralingsafschermende wanden, deuren en de wijze van stapeling van de vaten en containers.

Beheersen

- F3 Verzekering van de brandveiligheid van het laag- en middelradioactief afval, door middel van de toepassing van onbrandbare materialen.
- F4 Verzekering van de duurzaamheid van de eerste barrière tegen het vrijkomen van radioactieve producten (de verpakking) door beheersing van de luchtvochtigheid.
- F5 Verzekering van de mogelijkheid om het afval uit de opslagruimten te kunnen verwijderen ten behoeve van opslag in een ander gebouwdeel of verwijdering uit de inrichting.

Controleren

- F6 Controleren van de insluiting en de stralingsafscherming van het laag- en middelradioactief afval door middel van inspecties en metingen.

Voor de opslaggebouwen is, op grond van deze uitgangspunten, de insluiting van het radioactief afval onder normale bedrijfsomstandigheden, storingen en ongevallen gewaarborgd. Bij een aantal ontwerpgebeurtenissen van de categorie 3 en 4 (zie hoofdstuk 4) is de insluiting niet verzekerd en kunnen emissies van radioactieve producten naar de omgeving optreden.

6.2.2 Insluiting

Voor de insluiting van de radioactieve producten die in het afval aanwezig zijn, zijn tijdens opslag in de gebouwen twee barrières aanwezig. Deze barrières zijn samengevat in tabel 6.2.2.

Tabel 6.2.2 Barrières ter insluiting van laag- en middelradioactief afval bij ontvangst en opslag.

Ruimte LOG, COG, VOG; afval categorie	Laag- en middelradioactief afval	
	Barrière 1	Barrière 2
Ontvangsthal, -ruimte - Verwerkt en verpakt afval - Niet te verwerken afval	○ en/of ● ● en □	△ △
Opslagruimten - Verwerkt en verpakt afval - Niet te verwerken afval - (Tijdelijke opslag splijtstofelementen)	○ en/of ● ● en □ ■	△ △ △
○ Verpakking ● Het materiaal zelf en/of de immobilisatiematrix □ Container (voor niet te verwerken afval) △ Het gebouw ■ Container (voor splijtstofelementen)		

Verpakking, het materiaal zelf en/of de immobilisatiematrix

Onder de verpakking wordt de buitenste omhulling (vat) van het radioactief afval verstaan. De matrix is het medium dat dient als insluitmiddel voor het radioactieve afval. Voor laag- en middelradioactief afval is dit het cement en/of beton dat tijdens de verwerking als immobilisatiematrix wordt toegepast. Daarnaast kan het afvalmateriaal zelf een barrière vormen.

Op het moment dat de verpakking, het materiaal zelf en de matrix zijn gecombineerd tot een eenheid waarvan de insluitende eigenschappen niet afzonderlijk te controleren zijn wordt deze eenheid als één barrière beschouwd.

Container (voor niet te verwerken afval)

Het verarmde uraniumoxide en het radioactief afval van de erts-verwerkende- en de procesindustrie dat geen verwerking behoeft bevinden zich in containers, die een insluitende functie hebben.

Container (voor splijtstofelementen)

De splijtstofelementen, die tijdelijk worden opgeslagen, bevinden zich in zware, afschermende en insluitende containers, die zijn ontworpen voor transport en opslag van deze elementen.

Gebouw

De opslaggebouwen verzorgen eveneens insluiting, maar zijn niet hermetisch dicht.

6.3 Indeling van de gebouwen

De gebouwen voor ontvangst en opslag van laag- en middelradioactief afval bestaan uit een ontvangsthal of -ruimte die verbonden is met een of meerdere opslagcompartimenten (zie figuur 6.3).

6.4 Ventilatievoorzieningen

De gebouwen voor opslag van laag- en middelradioactief afval worden niet geventileerd. De luchtvochtigheid wordt door middel van ontvochtigingsinstallaties beperkt.

6.5 Energievoorziening

De gebouwen voor opslag van laag- en middelradioactief afval zijn aangesloten op de electriciteitsvoorziening ten behoeve van verlichting, hijswerktuigen en apparatuur.
De opslaggebouwen zijn niet aangesloten op de noodstroomvoorziening.

6.6 Watervoorziening

De gebouwen voor opslag van laag- en middelradioactief afval zijn aangesloten op de watervoorziening ten behoeve van de reiniging van de vloeren.

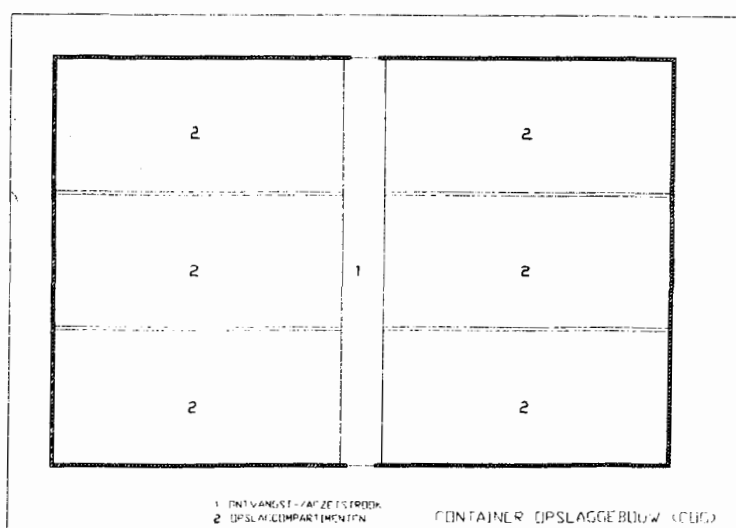
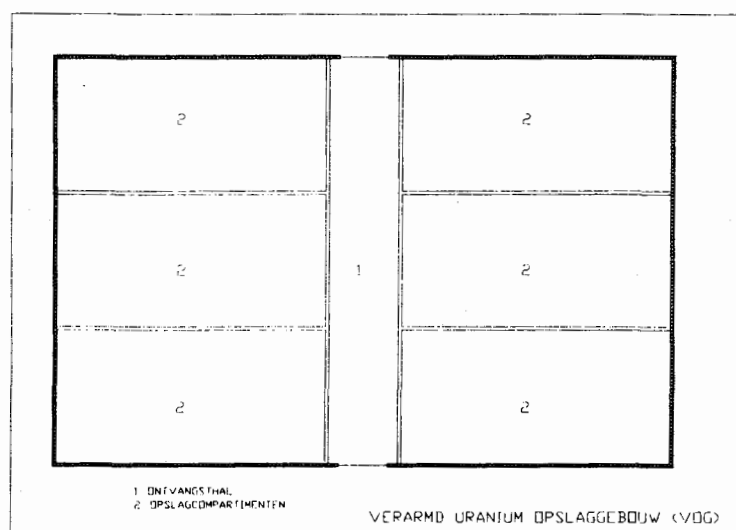
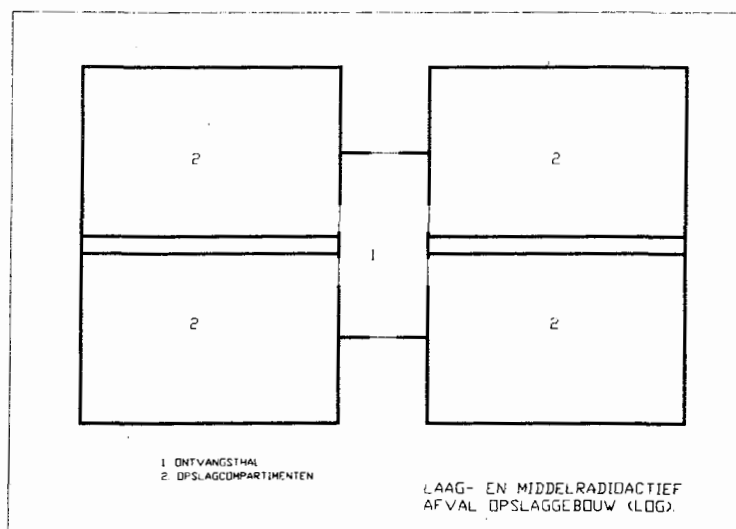
6.7 Afvalwatervoorziening

Het afvalwater dat bij reiniging van de vloeren vrijkomt, wordt met waterzuigers verwijderd. Dit wordt afgevoerd naar het AVG ten behoeve van de behandeling.
Het condenswater van de luchtontvochtigers wordt verzameld in vaten en eveneens afgevoerd naar het AVG voor behandeling.

6.8 Overige voorzieningen

In de opslagcompartimenten staat monsternamen apparatuur opgesteld, waarmee de lucht kan worden bemonsterd en gecontroleerd. De gebouwen zijn aangesloten op het computernetwerk, de telefooninstallatie en de oproepsystemen.
De toegang tot de gebouwen wordt vrijgegeven vanuit de centrale controlekamer in het afvalverwerkingsgebouw.

Figuur 6.3 Schematische indeling opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval (LOG, VOG, COG).



HOOFDSTUK 7 HOOG-RADIOACTIEF AFVAL BEHANDELINGS- EN OPSLAGGEBOUW

Inhoudsopgave	Pagina
7.1 Hoofdpijnen van het ontwerp	89
7.1.1 Aanvoer van hoogradioactief afval	89
7.1.2 Behandeling van hoogradioactief afval	91
7.1.3 Opslag van hoogradioactief afval	92
7.2 Hoofdpijnen van de nucleaire veiligheid	94
7.2.1 Veiligheidsfuncties	94
7.2.2 Insluiting	96
7.2.3 Koeling	98
7.2.4 Kritikaliteit	99
7.3 Indeling van het gebouw	100
7.4 Ventilatievoorzieningen	100
7.5 Energievoorziening	107
7.6 Watervoorziening	109
7.7 Afvalwatervoorziening	109
7.8 Overige voorzieningen	109

Referenties

7. HOOGRADIOACTIEF AFVAL BEHANDELINGS- EN OPSLAG- GEBOUW

7.1 Hoofdpijnen van het ontwerp

In de navolgende paragrafen wordt een beschrijving gegeven van het hoogradioactief behandelings- en opslaggebouw (HABOG).

Het hoogradioactieve afval dat in het gebouw opgeslagen wordt, wordt onderverdeeld in warmteproducerend en niet-warmteproducerend afval (HAVA). Een beschrijving van deze afvalcategorieën is opgenomen in hoofdstuk 2.

Het warmteproducerende en hiermee gelijkgestelde afval, zoals de bestraalde splijtstofelementen, bevinden zich tijdens opslag in verticale stalen containments, die gekoeld worden door middel van natuurlijke ventilatie.

Het niet-warmteproducerend afval heeft een verwaarloosbare warmteproductie; warmte-afgifte naar de omgeving vindt plaats via de wanden en het dak van de opslagruimten.

Een aantal afvalcategorieën kunnen, voorafgaande aan de opslag, in het gebouw worden verpakt. Hiertoe behoren ondermeer de bestraalde splijtstofelementen van onderzoeksreactoren, splijtstof(resten) en overig hoogradioactief afval. Deze handelingen worden uitgevoerd in de verpakkingsruimte.

In figuur 7.1 zijn schematisch de belangrijkste handelingen in het HABOG weergegeven.

Het gebouw is opgetrokken in beton. Bij het ontwerp van het gebouw is met mogelijke uitbreidingen, bijvoorbeeld ten behoeve van de opslag van hoogradioactief ontmantelingsafval, rekening gehouden.

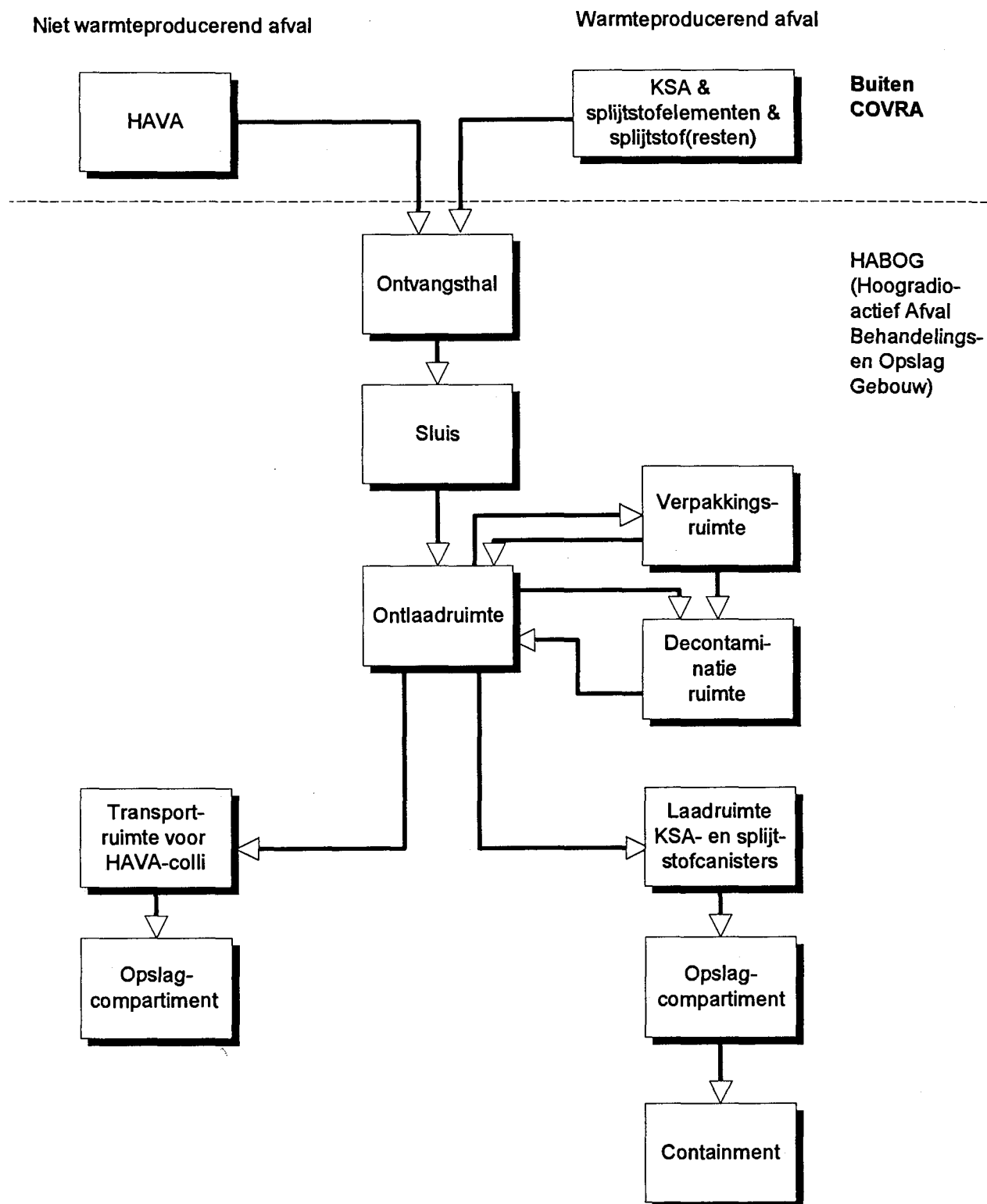
7.1.1 Aanvoer van hoogradioactief afval

Het hoogradioactief afval wordt in transportcontainers per spoor of over de weg aangevoerd naar de ontvangsthal van het gebouw. In de ontvangsthal kunnen tijdelijk transportcontainers worden opgeslagen, voorafgaande aan de verdere behandeling.

Nadat de schokabsorbers van de transportcontainer zijn verwijderd en controles van de transportcontainer zijn uitgevoerd, wordt een hijstraverse aan de container bevestigd en wordt deze met de halkraan opgehesen. De container wordt gekanteld en in verticale positie op een ontladwagen gezet. De halkraan en de ontladwagen worden ter plaatse bediend.

De ontladwagen met de container wordt vervolgens in de sluis gereden. Hier wordt de container gecontroleerd op dichtheid en kan, na nivellering van de druk, de binnenatmosfeer worden bemonsterd met het oog op mogelijke interne contaminatie.

Figuur 7.1 Schematisch overzicht van handelingen met hoogradioactief afval



Vervolgens worden de bouten van het deksel losgeschroefd en wordt de ontlaadwagen vanuit de sluis naar de ontlaadruimte gereden.

Transportcontainers met hoogradioactief afval dat dient te worden verpakt zoals de bestraalde splijtstofelementen van onderzoeksreactoren, worden in de ontlaadruimte onder de aansluitpositie van de verpakkingsruimte gereden.

In de sluis is het mogelijk om een eventuele decontaminatie aan een transportcontainer uit te voeren indien besmetting in de ontlaadruimte of verpakkingsruimte zou optreden.

7.1.2 Behandeling van hoogradioactief afval

Ontlaadruimte

In de ontlaadruimte wordt met behulp van een kraan het deksel van de transportcontainer verwijderd. Vervolgens worden de canisters of vaten uit de transportcontainer gehesen met behulp van de ontlaadkraan. De ontlaadkraan is daarbij voorzien van een voor het specifieke afval geschikte grijper.

De canisters en vaten worden met de ontlaadkraan in een controle-inrichting geplaatst teneinde de canisters en vaten visueel te controleren, metingen ten aanzien van dosistempo en oppervlaktecontaminatie te kunnen verrichten en het identificatienummer te registreren. Deze handelingen worden uitgevoerd met behulp van telemanipulators. De bediening van deze telemanipulators gebeurt vanuit de controlekamer achter een stralingsafschermend venster (loodglasvenster).

In de ontlaadruimte bevindt zich een afgeschermd afstelplaats waarin een vat geplaatst kan worden voor het verzamelen van kleine colli. Een vat of canister kan tevens tijdelijk in deze afgeschermd positie of in de transportcontainer worden geplaatst, indien na het optreden van een storing de ontlaadruimte door personeel moet worden betreden.

Onder een gedeelte van de ontlaadruimte bevindt zich de verpakkingsruimte. Deze afgeschermd ruimte is ingericht voor het verpakken van hoogradioactief afval, zoals bestraalde splijtstofelementen. De verpakkingsruimte staat in verbinding met de decontaminatieruimte die is ingericht voor het decontamineren van een canister of een vat.

In het geval van warmteproducerend afval wordt, na de eventuele verpakking en decontaminatie en na controle en registratie, de canister door de ontlaadkraan op een transferwagen geplaatst die voor de afschermdeur van de opslagruimte staat.

In het geval van niet-warmteproducerend afval wordt, na de eventuele verpakking en decontaminatie en na controle en registratie, het vat door de ontlaadkraan, via een opening in de vloer op een transferwagen geplaatst. Deze bevindt zich voor de deur die toegang biedt tot de transporttunnel naar de opslagruimten.

Als de transportcontainer geleeft is wordt het deksel van de transportcontainer teruggeplaatst en wordt de container vervolgens teruggedreden naar de sluis. In de sluis worden de bouten van het deksel vastgeschroefd en de container gecontroleerd op uitwendige contaminatie. Vervolgens wordt de container naar de ontvangsthal teruggebracht en via de weg of per spoor afgevoerd.

Verpakkingsruimte

In de verpakkingsruimte wordt, nadat de transportcontainer verbonden is met de ruimte, het afschermluik geopend en het deksel van de transportcontainer met een kraan verwijderd. Ten behoeve van de verpakking van bestraalde splijtstofelementen worden de manden met de elementen met behulp van een kraan uit de container gehesen en in een canister geplaatst waarna deze achtereenvolgens wordt dichtgelast, vacuüm gezogen, gevuld met een inert gas en getest op lektheid.

Het verpakken en het vullen van de canister worden uitgevoerd met behulp van een telemanipulator. De handelingen in de verpakkingsruimte worden vanuit een aparte bedieningsruimte uitgevoerd en gecontroleerd via een stralingsafschermend venster. In de verpakkingsruimte is het mogelijk om ook andere categorieën hoogradioactief afval te verpakken of over te pakken.

Na verpakking wordt de canister of het vat met de kraan op een transferwagen geplaatst en zonodig in de decontaminatieruimte gereden. Deze ruimte staat in verbinding met de verpakkingsruimte. Na decontaminatie wordt de canister of het vat, met behulp van de ontlaadkraan van de ontlaadruimte, uit de decontaminatieruimte verwijderd en naar de controle-inrichting getransporteerd. Indien decontaminatie van een vat of canister volgens de controlemetingen noodzakelijk blijkt, kan dit collo met behulp van de ontlaadkraan in de decontaminatieruimte worden teruggeplaatst.

In de verpakkingsruimte is het mogelijk om bij een eventuele storing een collo in de decontaminatieruimte of de transportcontainer te plaatsen, het deksel te sluiten en de ruimte te betreden.

Wanneer de transportcontainer geleeft is worden achtereenvolgens het deksel van de transportcontainer en het afschermluik in de vloer van de verpakkingsruimte teruggeplaatst. Vervolgens wordt de transportcontainer op dezelfde manier behandeld als de transportcontainers voor het overige hoogradioactief afval.

7.1.3 Opslag van hoogradioactief afval

Warmteproducerend afval

Warmteproducerend afval wordt met behulp van de op afstand bediende laadkraan opgeslagen in een aantal opslagcompartimenten. In elk compartiment zijn containments aangebracht voor de opslag van canisters met kernsplijtstofafval of splijtstofelementen en splijtstofhoudend materiaal. In ieder containment kunnen meerdere canisters op elkaar worden gestapeld.

Voordat de canisters worden opgeslagen worden eerst de desbetreffende containments door een medewerker ter plaatse geopend door het losschroeven en verwijderen van de deksels. Vervolgens verlaat de medewerker de laadruimte en wordt met behulp van de laadkraan de afschermplug uit een van de containments verwijderd en elders in de laadruimte weggezet. Daarna wordt de schuifdeur geopend en wordt de transferwagen met een canister de laadruimte binnengereden. Met de laadkraan wordt de canister opgehesen en verplaatst tot boven het geopende containment. Vervolgens wordt de canister in het containment neergelaten. Om schade aan een canister, ten gevolge van een val, te voorkomen is de hoogte van een containment beperkt. Daarnaast zijn onderin de containments schokabsorbers aanwezig.

Deze handelingen herhalen zich totdat het containment vol is of totdat alle canisters uit de transportcontainer zijn opgeslagen. Daarna wordt het containment weer afgesloten met de afschermplug en het afdichtingsdeksel. Daarna wordt het containment vacuüm gezogen en gevuld met een inert gas om de verpakking van het afval te beschermen tegen corrosie.

Toegang tot de opslagcompartimenten is niet mogelijk. Elk opslagcompartiment is derhalve voorzien van de noodzakelijke apparatuur om de condities, zoals de optredende temperaturen, te kunnen meten. Daarnaast zijn voorzieningen aangebracht om periodiek de druk in de containments te kunnen meten en de atmosfeer van de containments te kunnen bemonsteren. Het is mogelijk een opslagcompartiment te ontruimen. De canisters worden dan naar een ander compartiment overgebracht. Daarna kan het leeggemaakte compartiment worden betreden, voor het uitvoeren van inspecties en onderhoud.

Indien tijdens opslag, door middel van bemonstering van de atmosfeer van de containments, beschadiging van een canister wordt geconstateerd, kan de canister in de verpakkingruimte van een extra verpakking worden voorzien. Aangezien de afmetingen van een canister hierdoor toenemen, zijn in de opslagcompartimenten containments aanwezig voor de opslag van canisters met een grotere diameter.

Niet-warmteproducerend afval

Niet-warmteproducerend afval wordt met behulp van een op afstand bediende laadkraan in een aantal opslagcompartimenten opgeslagen.

Ten behoeve van het plaatsen van de vaten wordt de laadkraan buiten het opslagcompartiment in de transportgang voorzien van een voor het specifieke afval geschikte grijper en voor de afschermdeur van het gekozen opslagcompartiment gereden. Vervolgens wordt de afschermdeur geopend en de laadkraan in het opslagcompartiment gereden waarna de afschermdeur weer wordt gesloten.

Na het openen van de deur naar de transporttunnel wordt de transferwagen onder de laadopening van het gekozen opslagcompartiment gereden. Het afschermluik van het opslagcompartiment wordt geopend en het vat wordt met de laadkraan in het compartiment geplaatst. Dit wordt herhaald totdat

alle vaten uit de transportcontainer in het compartiment zijn opgeslagen. Om schade aan een vat ten gevolge van een val te voorkomen, wordt de hijshoogte tijdens transport en opslag beperkt. Nadat de vaten zijn opgeslagen in het compartiment, wordt de laadkraan weer teruggeplaatst in de transportgang.

Na plaatsing van vaten in de opslagcompartimenten is toegang niet mogelijk en kan het compartiment uitsluitend via camera's worden geobserveerd. Het is echter mogelijk een opslagcompartiment te ontruimen. De vaten worden dan naar een ander compartiment overgebracht. Daarna kan het leeggemaakte compartiment worden betreden voor het uitvoeren van inspecties en onderhoud.

Indien, tijdens opslag, door middel van bemonstering van de lucht in de opslagcompartimenten, beschadiging van vaten wordt geconstateerd, kunnen deze vaten in de verpakingsruimte of ontladruimte van een extra verpakking worden voorzien en vervolgens weer worden opgeslagen.

7.2 Hoofdpijnen van de nucleaire veiligheid

7.2.1 Veiligheidsfuncties

In hoofdstuk 4 zijn de uitgangspunten van de veiligheid beschreven. Deze uitgangspunten leiden ertoe, dat voldaan moet worden aan het IBC-principe:

- Isoleren,
- Beheersen,
- Controleren.

Dit algemene IBC-principe is in het navolgende nader uitgewerkt.

Voor het ontwerp van het hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw is als richtlijn de Amerikaanse norm ANSI/ANS 57.9-1992: "Design Criteria for an Independent Spent Fuel Storage Installation (Dry Type)" aangehouden. Deze norm bevat de functionele eisen, ontwerpcriteria en richtlijnen voor droge opslag van bestraalde UO_2 -splijtstofelementen, afkomstig van commerciële lichtwaterreactoren, met een minimum vervaltijd van 1 jaar (ref. 1).

ANSI/ANS 57.9-1992 geeft aan op welke wijze aan de eisen, opgenomen in Title 10 'Energy', Code of Federal Regulations, Part 72, "Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel and High-level Radioactive Waste", voldaan kan worden (ref. 2). Deze Amerikaanse vergunningseisen betreffen opslag van splijtstofelementen en hoogradioactief afval buiten kernenergiecentrales en opwerkingsfaciliteiten, dat wil zeggen onafhankelijk van de systemen van deze installaties.

In ANSI/ANS 57.9-1992 zijn diverse wijzen van droge opslag opgenomen, te weten opslag in containers (cask/silo), ondergrondse bunkers (drywell/caisson) of met lucht gekoelde bunkers (vault/canyon). De met

natuurlijke ventilatielucht gekoelde bunkers worden door COVRA toegepast.

Behalve splijtstofelementen van onderzoeksreactoren met een metallische splijtstofmatrix worden door COVRA ook andere categorieën hoogradioactief afval opgeslagen, waaronder verpakt hoogradioactief afval afkomstig van de opwerking van bestraalde splijtstofelementen van de Nederlandse kernenergiecentrales (die uitgerust zijn met lichtwaterreactoren), en overig hoogradioactief afval (zie hoofdstuk 2).

Een belangrijk verschil tussen bestraalde splijtstofelementen van lichtwaterreactoren en het door COVRA in ontvangst te nemen hoogradioactief afval is, dat de oppervlaktecontaminatie van het aan COVRA aangeleverde materiaal wezenlijk kleiner is en bij onbedoelde beschadiging slechts geringe hoeveelheden gasvormige radioactieve producten kunnen ontsnappen. Dit betekent dat niet alle eisen, ontwerpcriteria en richtlijnen, die in ANSI/ANS 57.9-1992 zijn opgenomen, voor het HABOG van toepassing zijn.

Gerangschikt naar IBC-principe moeten volgens ANSI/ANS 57.9-1992 de volgende veiligheidsfuncties (F1 t/m F6) tijdens, respectievelijk na, ontwerpgebeurtenissen, van de categorieën 1 t/m 4 (zie hoofdstuk 4), vervuld kunnen worden:

Isoleren

- F1 Insluiting van het hoogradioactief afval door middel van tenminste twee insluitende barrières tegen het vrijkomen van radioactieve producten. Hierbij dient tenminste één barrière behouden te blijven, ook bij het optreden van een ontwerpgebeurtenis van de categorie 4.
- F2 Stralingsafscherming van het hoogradioactief afval door middel van stralingsafschermende wanden, vloeren, deuren, ramen en dergelijke.

Beheersen

- F3 Verzekering van de subkritikaliteit van het splijtstofhoudende deel van het hoogradioactief afval ter voorkoming van ongecontroleerde kernreacties door middel van het aanbrengen van neutronenabsorberende materialen en de keuze van de opslaggeometrie.
- F4 Verzekering van de koeling van het warmteproducerende deel van het hoogradioactief afval door middel van ventilatie en/of warmtegeleiding.
- F5 Verzekering van de mogelijkheid om het hoogradioactief afval uit de opslagruimten te kunnen verwijderen ten behoeve van overpakken, opslag in een ander compartiment of verwijdering uit de inrichting.

Controleren

- F6 Controle van de insluiting, de stralingsafscherming en de koeling van het hoogradioactief afval door middel van inspecties en metingen.

Naast algemene ontwerpcriteria stelt ANSI/ANS 57.9-1992 specifieke nucleaire eisen voor gebouwconstructies en installaties vanwege hun belang voor de veiligheid. ANSI/ANS 57.9-1992 kent echter geen indeling van constructies en installaties naar veiligheidsklassen.

Naar analogie van de gebruikelijke indeling voor kernenergiecentrales, zoals vastgelegd in IAEA Safety Guide 50-SG-D1 (ref. 3) wordt door COVRA de volgende indeling gedefinieerd:

Vitale installatiedelen (veiligheidsklasse 3)

Hieronder worden alle componenten, systemen en constructies verstaan, die noodzakelijk zijn voor de primaire veiligheidsfuncties F1 t/m F4 teneinde ontoelaatbare emissies van radioactieve stoffen of stralingsbelasting van het bedienend personeel en de omgeving te voorkomen.

Essentiele installatiedelen (veiligheidsklasse 4)

Hieronder worden verstaan:

- a. Componenten, systemen en constructies die noodzakelijk zijn voor de veiligheidsfuncties F5 en F6 teneinde na een storing of ongeval de situatie te kunnen beheersen en controleren.
- b. Componenten, systemen en constructies die, ten gevolge van hun falen, de veiligheidsfuncties F1 t/m F4 in gevaar kunnen brengen.

Normale installatiedelen (ongeklassificeerd)

Alle overige componenten, systemen en constructies.

De veiligheidsklassen 1 en 2 van Safety Guide 50-SG-D1, die voor kernenergiecentrales relevant zijn, zijn niet van toepassing voor de inrichting van COVRA.

7.2.2 Insluiting

Voor de insluiting van de radioactieve produkten die in het hoogradioactief afval aanwezig zijn, zijn op ieder moment van behandeling en opslag twee barrières aanwezig. Deze barrières zijn opgenomen in tabel 7.2.2. De barrières komen uitsluitend tot stand door zogenaamde passieve componenten, constructies en materialen. Er zijn geen vitale installatiedelen aanwezig die, ten behoeve van de vervulling van hun veiligheidsfunctie, afhankelijk zijn van de elektrische energievoorziening. Ter bescherming van de eerste barrière zijn de hijsmiddelen die voor de behandeling en het transport worden toegepast van een zodanige constructie dat uitgesloten is dat door falen van een component verpakkingen kunnen vallen. De eerste barrière wordt, na verwijdering van het afval uit de transportcontainer, door het gebouw beschermd tegen externe invloeden (zie hoofdstuk 4).

Tabel 7.2.2 Barrières voor insluiting van hoogradioactief afval bij behandeling en opslag.

Ruimte van het HABOG	WARMTEPRODUCEREND (KSA/splijststofelementen)		NIET-WARMTEPRODUCE-REND (HAVA)	
	Barrière 1	Barrière 2	Barrière 1	Barrière 2
Ontvangsthal	○ en/of ●	■ ¹⁾	○ en/of ●	■ ¹⁾
Sluis	○ en/of ●	△	○ en/of ●	△
Ontlaadruimte	○ en/of ●	△	○ en/of ●	△
Verpakkingsruimte	○ en/of ●	△	○ en/of ●	△
Transportgang			○ en/of ●	△
Opslagcompartimenten (HAVA)			○ en/of ●	△
Laadruimte	○ en/of ●	△		
Opslagcompart. en (KSA/splijststofel.)	○ en/of ●	■ ¹⁾		
■ Transportcontainer ○ Verpakking ■ Containment ● Het materiaal zelf en/of de immobilisatie-matrix △ Gebouw (inclusief filters ventilatiesysteem tijdens behandeling) ¹⁾ Gebouw wordt niet als barrière beschouwd				

Transportcontainer

Ten behoeve van het transport van het hoogradioactief afval naar de inrichting worden de vaten en canisters in een transportcontainer geplaatst, die een insluitende, afschermende en warmtegeleidende functie heeft. Transportcontainers worden zowel voor warmteproducerend als niet-warmteproducerend afval gebruikt.

Verpakking, het materiaal zelf en/of de immobilisatiematrix

Onder verpakking wordt de buitenste omhulling (vat, canister) van het radioactief afval verstaan. De matrix is het medium dat dient als insluitmiddel voor het radioactieve afval. Voor KSA is dit glas, voor HAVA is de matrix cement of bitumen.

In het geval van bestraalde splijststofelementen, afkomstig van onderzoeksreactoren, is het materiaal zelf een barrière, daar de radioactieve stoffen opgesloten zitten in de aluminium splijststofmatrix.

Op het moment dat de verpakking, het materiaal zelf en eventueel de matrix zijn gecombineerd tot één eenheid, waarvan de insluitende eigenschappen niet afzonderlijk te controleren zijn, wordt deze eenheid als één barrière beschouwd.

Containment

Het containment is een verticale, stalen cilinder waarin canisters met KSA of splijstofelementen worden opgeslagen. Deze containments zijn hermetisch afgesloten en gevuld met een inert gas. De druk en de atmosfeer binnen de containments worden periodiek gecontroleerd.

Gebouw

Het gebouw zorgt eveneens voor insluiting, het is echter niet hermetisch dicht. Waar de insluiting van colli met radioactief afval niet hermetisch is, worden, om ongecontroleerde verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen, in het algemeen tussen ruimten met verschillend besmettingspotentieel (en dus ook met de omgeving) drukverschillen onderhouden door middel van het ventilatiesysteem. Luchtstromen zijn hierdoor gericht naar een ruimte met een hoger besmettingspotentieel toe. De uitlaatlucht, afkomstig van (potentieel) besmette ruimten wordt tijdens behandeling van het afval door middel van filters gereinigd teneinde emissies van radioactieve stoffen naar de atmosfeer te beperken.

7.2.3 Koeling

Vrijwel al het hoogradioactief afval dat wordt opgeslagen produceert warmte. Deze warmteproductie varieert van enkele Watts tot circa 2,5 kW per collo.

Het afval dat een te verwaarlozen warmteproductie heeft en onder de categorie HAVA valt (zie hoofdstuk 2) wordt opgeslagen in de opslagcompartimenten voor niet-warmteproducerend hoogradioactief afval. De afvoer van de geproduceerde warmte uit deze compartimenten vergt geen speciale voorzieningen. De vrijkomende warmte kan worden afgevoerd via de wanden en het dak van de opslagruimten.

Hoogradioactief afval dat een significante warmteproductie heeft, zoals KSA, en hieraan gelijkgesteld afval (zie hoofdstuk 2), wordt opgeslagen in containments in de opslagcompartimenten voor warmteproducerend hoogradioactief afval. Tijdens de handelingen met het warmteproducerend afval in de verschillende ruimten en tijdens opslag dient de vrijkomende warmte te worden afgevoerd om een ongewenste verhoging van de temperatuur te voorkomen.

Uitgangspunt hierbij is, dat de geldende limiettemperaturen van het afval en de betonconstructies van de ruimten niet worden overschreden (zie tabel 7.2.3 A).

Tabel 7.2.3 A Limiet temperaturen (in °C) bij opslag van warmteproducerend hoogradioactief afval (normaal bedrijf)

	Limiettemperatuur (°C)
KSA (in centrum canister)	500
Splijststofelement	250
Betonconstructie	95 (lokaal 105)

Voor de bepaling van de optredende temperaturen in de opslagcompartimenten tijdens normaal bedrijf zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van een berekeningsmodel, waarbij de juistheid van de uitgangspunten en de geschiktheid van het berekeningsprogramma zijn getoetst aan modelexperimenten.

De resultaten van de uitgevoerde berekeningen voor KSA zijn opgenomen in tabel 7.2.3 B. Hieruit blijkt, dat de berekende temperaturen lager zijn dan de in tabel 7.2.3 A gespecificeerde limiettemperaturen.

Overeenkomstige berekeningen zijn eveneens uitgevoerd voor splijststofelementen. Uit deze berekeningen blijkt, analoog aan de berekeningen voor KSA dat de berekende temperaturen lager zijn dan de in tabel 7.2.3 A gespecificeerde limiettemperatuur.

Tabel 7.2.3 B Resultaten van representatieve warmteberekeningen voor KSA in opslag (normaal bedrijf); warmteproductie per compartiment circa 180 kW.

	Temperatuur (°C)
Inlaatlucht	27
Mantelpijp	97
Containment	180
KSA (in centrum canister)	460
Uitlaatlucht	56
Betonconstructie	78

7.2.4 Kritikaliteit

Aangezien er in de opslagfaciliteit splijststoffen zullen worden opgeslagen, moeten maatregelen worden getroffen om te voorkomen dat er een kritieke configuratie kan ontstaan. Dit wordt verzekerd door de opslaggeometrie en door de toegepaste materialen zodanig te kiezen dat de effectieve vermenigvuldigingsfactor k_{eff} niet groter wordt dan 0,95 (ref. 4).

Voor normaal bedrijf en tijdens ongevalssituaties waarbij splijststoffen

betrokken zijn, wordt door berekening geverifieerd dat het ontstaan van een kritieke configuratie is uitgesloten.

7.3 Indeling van het gebouw

Het gebouw voor behandeling en opslag van hoogradioactief afval bestaat uit een gecontroleerd gebied met ontvangst-, ontlaad- en opslagruimten en de controlekamer met technische ruimten die zich buiten het gecontroleerde gebied bevinden. In figuur 7.3 A is de indeling van het gebouw schematisch weergegeven. In figuur 7.3 B en C zijn doorsneden van het gebouw opgenomen.

Naast de ontvangsthal bevindt zich de sluis, die toegang biedt tot de ontlaadruimte en de aangrenzende verpakkingruimte.

De ontlaadruimte grenst aan de controlekamer en aan de laadruimte die zich boven de opslagcompartimenten voor het warmteproducerend afval bevindt. De ontlaadruimte is met een transporttunnel verbonden met de opslagcompartimenten voor niet-warmteproducerend afval.

In het gebouw bevinden zich tevens technische ruimten met hulpinstallaties ten behoeve van ventilatievoorzieningen, de energievoorziening, opslag van afvalwater en dergelijke.

Een deel van deze ruimten bevindt zich binnen het gecontroleerde gebied en zijn via de kleedruimte met toegangscontrole toegankelijk.

Met uitzondering van de ontvangsthal, waar het hoogradioactief afval zich in een gesloten transportcontainer bevindt, zijn alle ruimten waarin het afval wordt behandeld en opgeslagen beschermd tegen externe invloeden, zoals een neerstortend vliegtuig of een gaswolkexplosie (zie hoofdstuk 4).

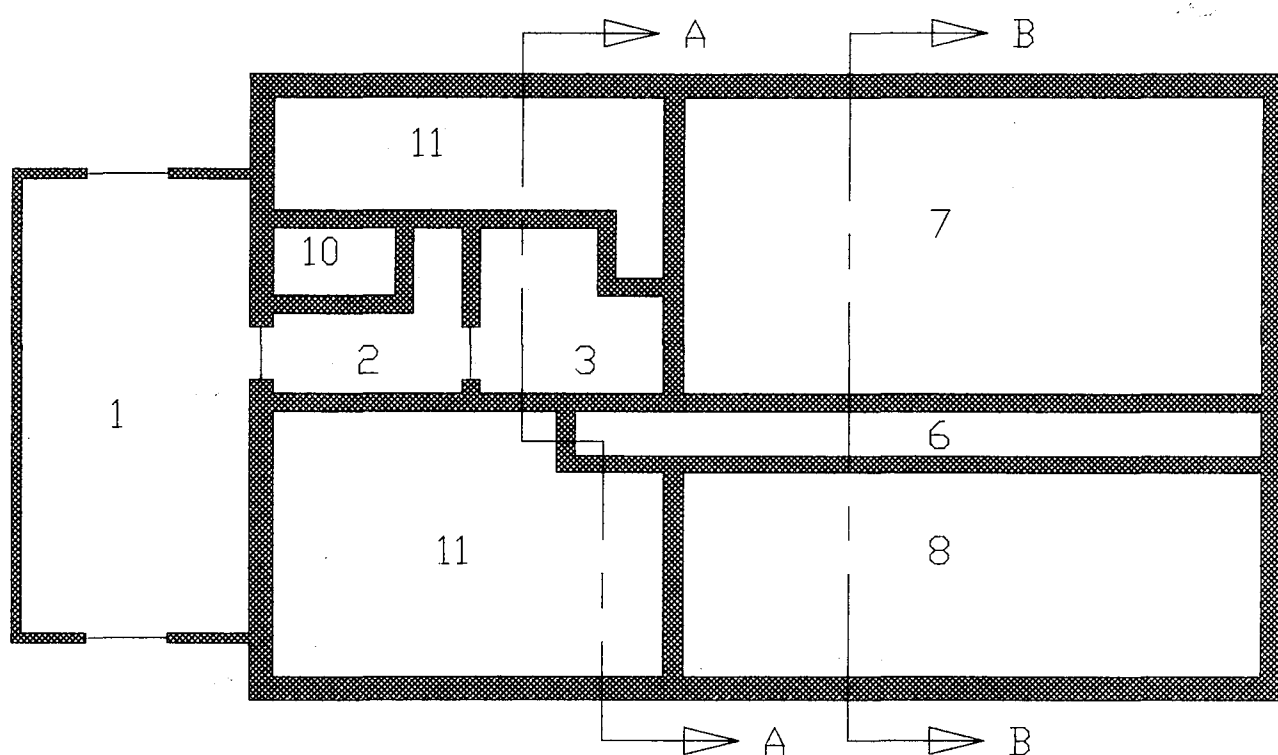
7.4 Ventilatievoorzieningen

Algemeen

Het ventilatiesysteem van het gebouw bestaat enerzijds uit een natuurlijk ventilatiesysteem dat de koeling van de opslagcompartimenten met het warmteproducerende afval verzorgt en een mechanisch ventilatiesysteem voor de overige behandelings- en opslagruimten.

Het natuurlijk ventilatiesysteem is zodanig ontworpen dat de toelaatbare temperaturen van het warmteproducerend afval en de constructiematerialen tijdens normaal bedrijf, storingen en ongevallen niet worden overschreden.

Figuur 7.3 A Schematische indeling van het hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw; niveau begane grond

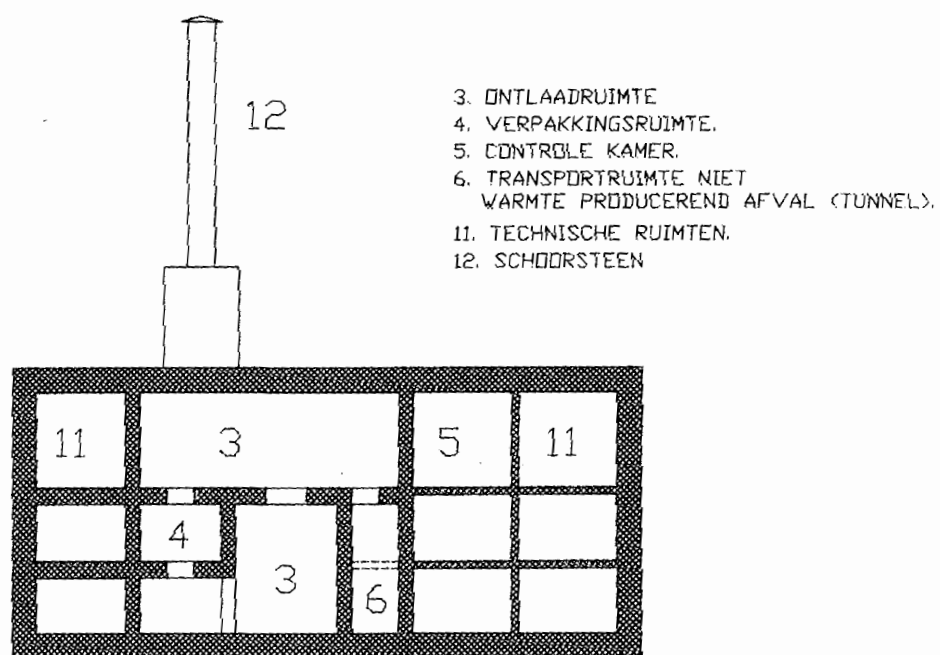


1. ONTVANGSTHAL.
2. SLUIS.
3. ONTLAADRUIMTE

6. TRANSPORTRUIMTE NIET
WARMTE PRODUCEREND AFVAL (TUNNEL).
7. OPSLAGCOMPARTIMENTEN
WARMTE PRODUCEREND AFVAL.
8. OPSLAGCOMPARTIMENTEN NIET
WARMTE PRODUCEREND AFVAL.

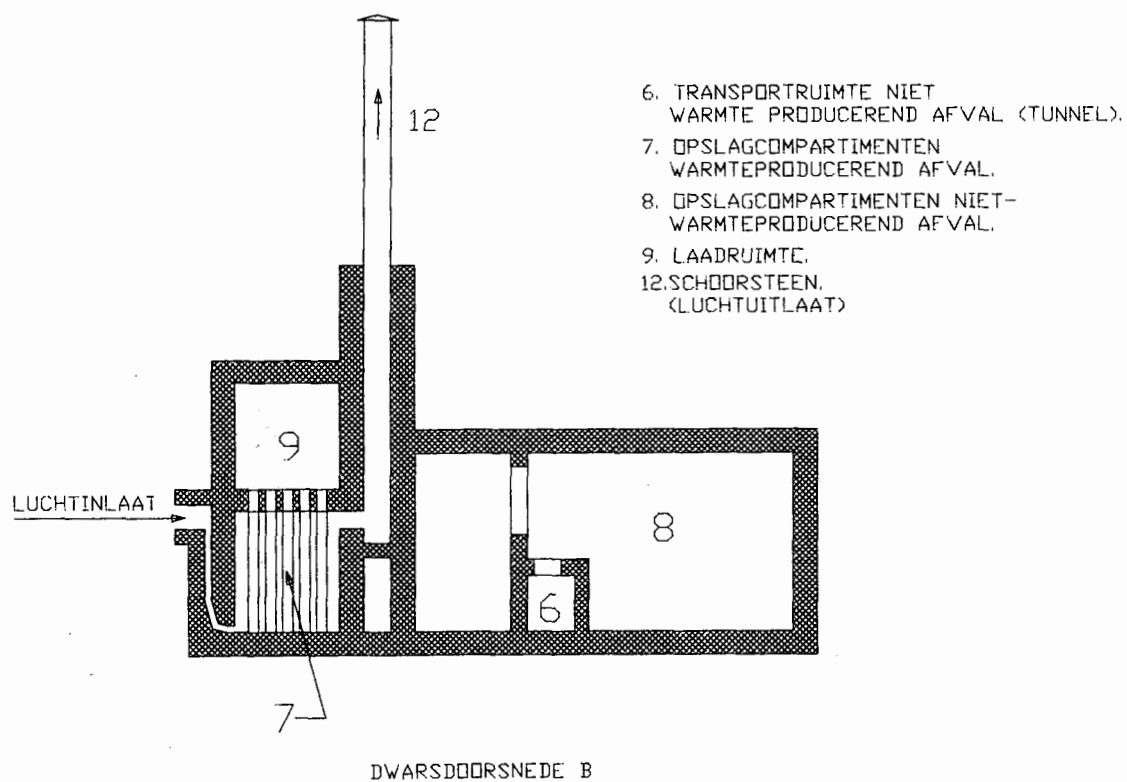
10. RUIMTE AFVALWATER.
11. TECHNISCHE RUIMTEN.

Figuur 7.3 B Schematische doorsnede van het hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw ter plaatse van de behandelingsruimten

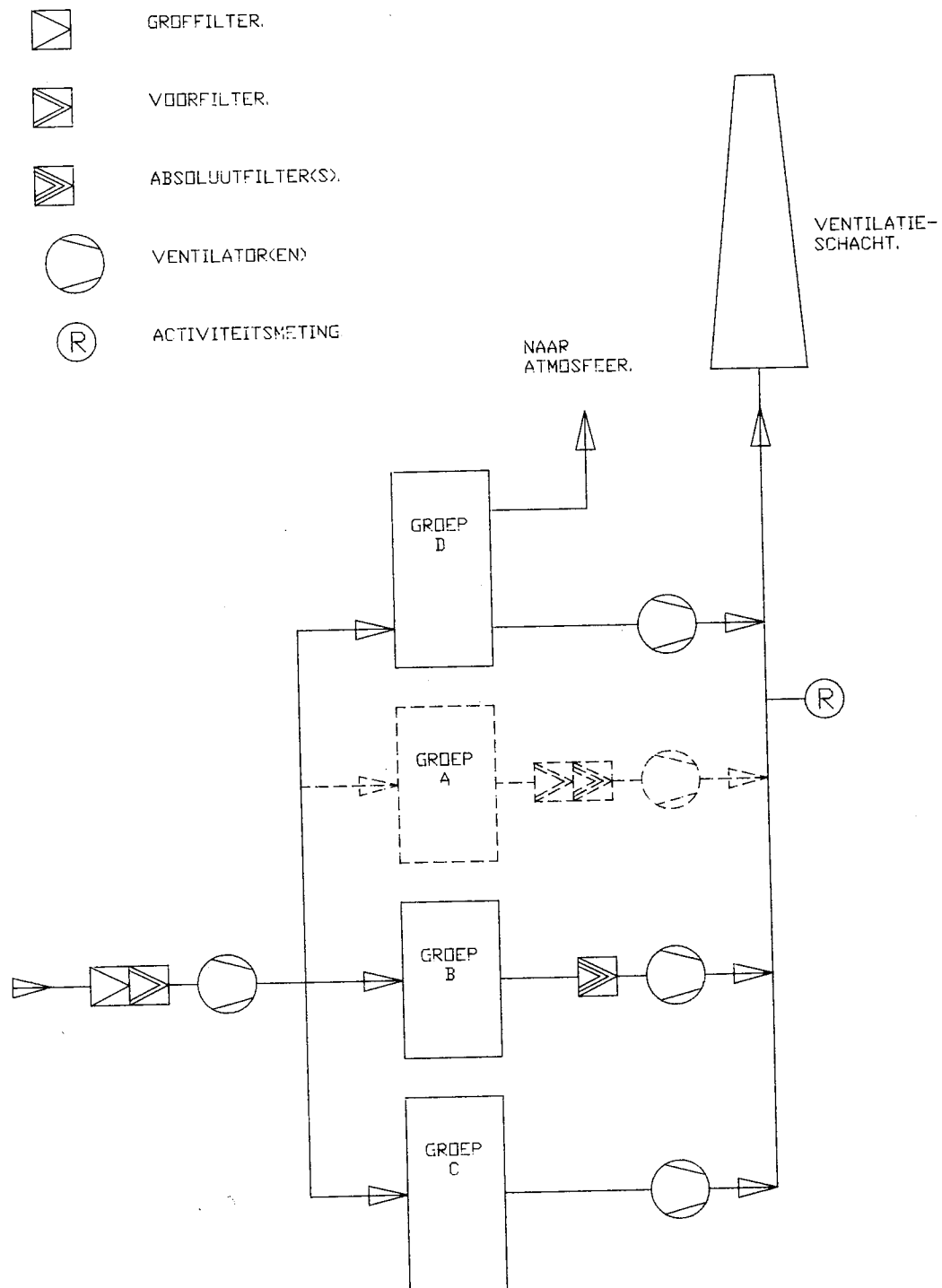


DWARSDOORSNEDE A

Figuur 7.3 C Schematische doorsnede van het hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw ter plaatse van de opslagruimten



Figuur 7.4.1 Principeschema ventilatiesysteem van het hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw



Het mechanisch ventilatiesysteem is zodanig ontworpen, dat de ongecontroleerde verspreiding van radioactiviteit wordt voorkomen doordat de luchtstroom vanuit (potentieel) minder of niet-gecontamineerde ruimten naar (potentieel) meer gecontamineerde ruimten wordt gevoerd. De ventilatielucht wordt, tijdens de behandeling van het hoogradioactieve afval, gefilterd alvorens deze wordt geloosd.

Het doel van het mechanisch ventilatiesysteem is:

- het toevoeren van gefilterde, verse lucht naar de verschillende ruimten van het gebouw,
- het beheersen van de temperatuur in de verschillende ruimten,
- het onderhouden van de noodzakelijke stromingsrichting van lucht van niet of (potentieel) minder naar (potentieel) meer gecontamineerde ruimten,
- het reinigen (filteren) van de afgevoerde ventilatielucht van (potentieel) gecontamineerde ruimten,
- het beheersen van de luchtvochtigheid in de opslagcompartimenten met niet-warmteproducerend afval,
- het afvoeren van door radiolyse geproduceerd waterstofgas uit de opslagcompartimenten met niet-warmteproducerend afval,
- het afvoeren van de ventilatielucht naar de atmosfeer.

Mechanisch ventilatiesysteem

Het mechanisch ventilatiesysteem van het gebouw is opgebouwd uit een toevoersysteem en afvoersystemen, die als volgt zijn onderverdeeld:

- Groep A: ruimten die met zekerheid gecontamineerd zijn,
- Groep B: ruimten die potentieel gecontamineerd zijn,
- Groep C: ruimten die met zekerheid niet gecontamineerd zijn en zich binnen het gecontroleerde gebied bevinden,
- Groep D: ruimten die met zekerheid niet gecontamineerd zijn en zich buiten het gecontroleerde gebied bevinden.

Het principe van het mechanisch ventilatiesysteem is opgenomen in figuur 7.4.1.

Het systeem groep A is voorzien ten behoeve van de verpakkingsruimte in geval in de toekomst hoogradioactief afval moet worden verpakt, dat aanleiding zou kunnen geven tot contaminatie van de ruimte en de ventilatielucht. Aangezien contaminatie bij verpakking van metallische splijtstofelementen van onderzoeksreactoren en overig hoogradioactief afval van onderzoeksinstellingen niet wordt verwacht, wordt de verpakkingsruimte, evenals de ontladräume en de laadräume boven de opslagcompartimenten met warmteproducerend afval, aangesloten op het systeem van groep B. Afhankelijk van het contaminatieniveau van het te verpakken afval is het ventilatiesysteem van de verpakkingsruimte uit te breiden tot een systeem van groep A.

Ook de opslagcompartimenten met niet-warmteproducerend afval zijn tijdens het beladen met vaten aangesloten op groep B. Tijdens de passieve

opslagperiode wordt, ter beperking van de waterstofconcentratie, de ventilatielucht periodiek via de ventilatieschacht afgevoerd. De ventilatielucht in de opslagruimten wordt tijdens de opslagperiode gecirculeerd en gekoeld waardoor de luchtvochtigheid wordt beheersd. De circulatielucht wordt periodiek bemonsterd. In het geval contaminatie van de ruimten zou optreden tijdens de opslagperiode kan de lucht over de filters van het afvoersysteem van groep B worden geleid.

De emissie van radioactieve stoffen via de ventilatieschacht naar buiten wordt beperkt doordat de lucht van het ventilatiesysteem groep A en B, tijdens de behandeling van het hoogradioactief afval, via absoluutfilters wordt afgevoerd. De emissie van luchtgedragen radioactieve stoffen via de ventilatieschacht wordt gecontroleerd door middel van monsternamen en directe metingen.

De systemen A en B zijn aangesloten op de noodstroomvoorziening.
De systemen C en D zijn niet aangesloten op de noodstroomvoorziening.

De toe- en afvoerlucht van ruimten waarin brand zou kunnen ontstaan, zoals ruimten ten behoeve van de elektrische energievoorziening, kunnen worden afgesloten in geval van een brandmelding in de betreffende ruimte. De brandkleppen zijn voorzien van een smeltveiligheid, zodat in geval van overschrijding van de smelttemperatuur de brandklep automatisch sluit.

Natuurlijk ventilatiesysteem

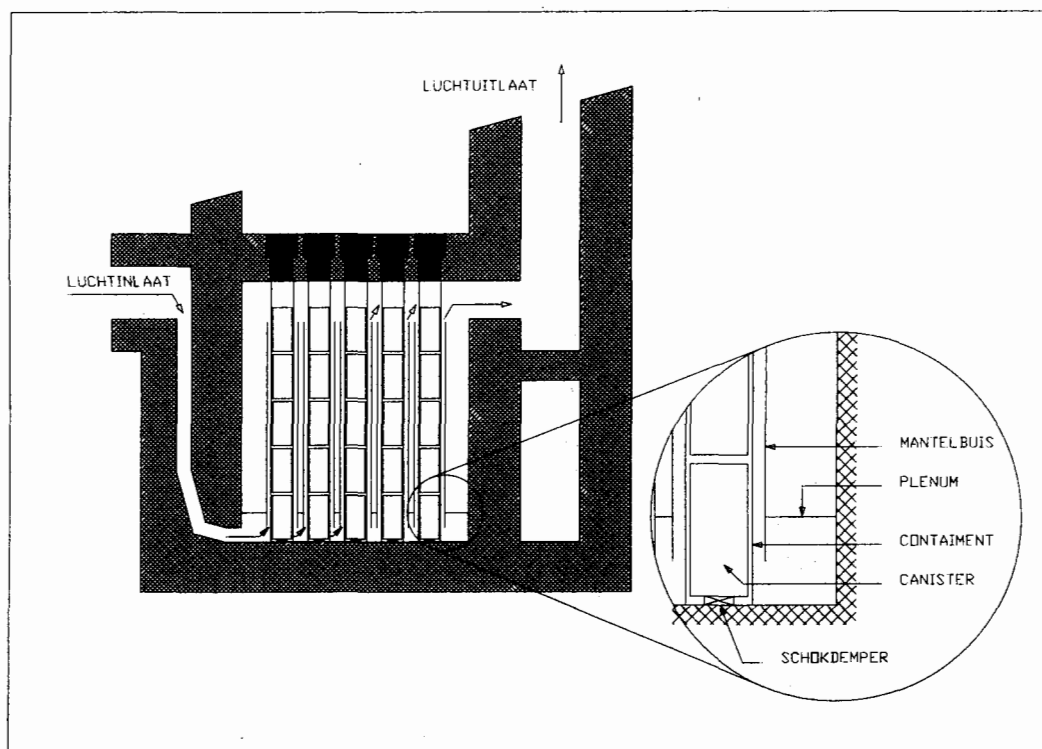
In de opslagcompartimenten worden de containments met warmteproducerend hoogradioactief afval passief met natuurlijke ventilatielucht gekoeld. Door de opwarming van de lucht en het aanwezige hoogteverschil tussen de in- en uitlaaten ontstaat er een natuurlijke trek door de opslagcompartimenten. De ventilatielucht stroomt via een inlaatsleuf in de zijwanden van de opslagcompartimenten langs de vertikaal opgestelde containments en verlaat de opslagruimte via de schoorstenen, die boven de laadruimte uitsteken.

De ventilatielucht kan per compartiment periodiek bemonsterd worden. De inlaaten zijn voorzien van electrostatische filters teneinde de containments en de opslagcompartimenten te beschermen tegen vervuiling en mogelijke corrosie door fijne stofdeeltjes.

Voorzien is de ventilatielucht per opslagpositie via een onderplenum en een mantelbuis langs de containments met kernsplijtingsafval en de splijststofelementen te laten stromen, waardoor de koellucht niet in aanraking komt met de canisters en een gelijkmatige temperatuurverdeling ontstaat (zie figuur 7.4.2).

Het natuurlijk ventilatiesysteem is een passief systeem dat onafhankelijk is van de externe energievoorziening en zelfregulerend is met betrekking tot variaties in temperatuurverschil tussen de luchtinlaat en luchtuitlaat. Dat wil zeggen dat bij een hogere warmteproductie in het compartiment ook de trek toeneemt, waardoor meer warmteafvoer plaatsvindt.

Figuur 7.4.2 Principeddoorsnede opslagcompartimenten met warmteproducerend afval



7.5 Energievoorziening

Elektriciteitsvoorziening

De installatie wordt gevoed door middel van een 10-kV leiding via een transformator (zie figuur 7.5). Er zijn separate hoofdverdelingen aanwezig, voor de normale en voor de essentiële verbruikers.

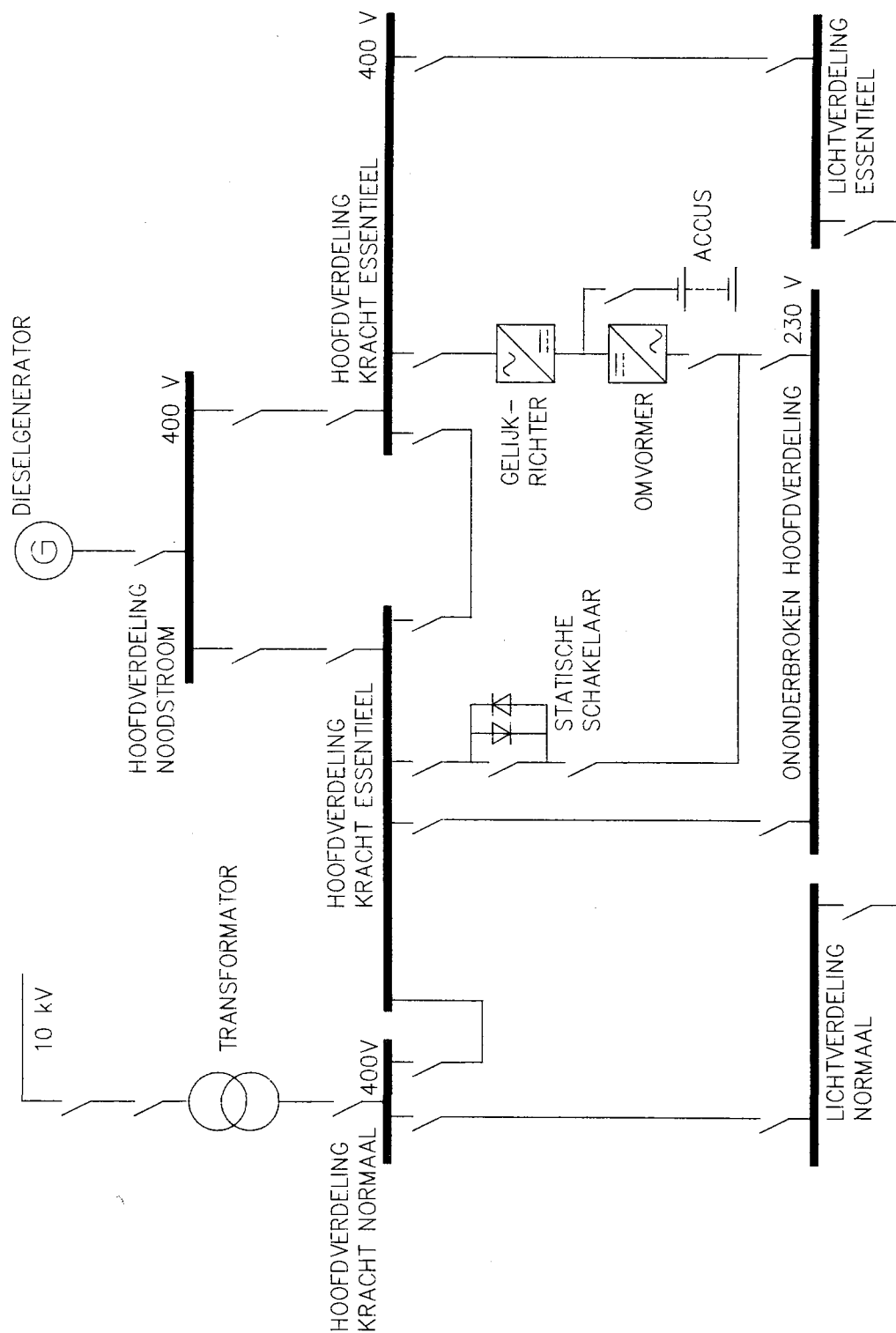
De 10 kV voeding en de transformator zijn zodanig gedimensioneerd dat deze geschikt zijn om het totale vermogen van de installatie te leveren. In het gebouw zijn de hoofdverdelers fysiek gescheiden ondergebracht. Vanuit deze elektrische hoofdverdelers worden de verschillende installaties gevoed.

De elektrotechnische installatie is voorzien van de noodzakelijke koppelingen tussen de verschillende voedingen zodat bij uitval van één voeding de elektriciteitsvoorziening voor de essentiële delen van de installatie is verzekerd.

Noodstroomvoorziening

Bij uitvallen van externe elektriciteitsvoorziening of de 10 kV transformator levert het noodstroomstelsel de benodigde elektriciteit voor de essentiële verbruikers van het gebouw. Vitale elektrische verbruikers zijn in het gebouw niet aanwezig.

Figuur 7.5 Principeschema elektriciteitsvoorziening hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw



Bij overgang naar noodstroombedrijf wordt de normale elektriciteitsvoorziening ten behoeve van de verlichting en de normale verbruikers ontkoppeld. De essentiële verdelers worden vervolgens gekoppeld met de verdeler van het noodstroomaggregaat.

Voor de ononderbroken voeding van meet- en regeltechnische voorzieningen en bewakingsapparatuur is de elektrotechnische installatie voorzien van een statische no-break set. Deze set bestaat uit onderverdelers en een accubatterij die gescheiden van elkaar zijn ondergebracht.

7.6 Watervoorziening

Drinkwater, demiwater

Vanuit de dienstenruimten, ondergebracht in het AVG wordt water betrokken ten behoeve van drinkwater, douches en toiletten. De aanvoer vindt plaats met een ondergrondse leiding.

Gedemineraliseerd water wordt per tankwagen aangevoerd en opgeslagen in de demiwater voorraadtank in het gebouw. Vanuit deze voorraadtank worden de verschillende verbruikers, zoals de decontaminatie installatie, voorzien van demiwater.

Warmwater

De benodigde hoeveelheid warmwater, ten behoeve van de ruimteverwarming en de verwarming van de ventilatielucht, wordt via leidingen vanaf de dienstenruimten van het AVG aangevoerd.

7.7 Afvalwatervoorziening

Het afvalwater van het decontaminatiesysteem wordt tezamen met het vloerwater uit het gecontroleerde gebied verzameld in een tank in het gebouw. Dit afvalwater wordt in transportvaten of een transporttank afgevoerd naar het AVG voor behandeling. Het overige vloer- en sanitairwater wordt als vuilwater via een leiding afgevoerd naar de buffertank van het sanitair afvalwatersysteem.

De regenwaterafvoeren worden direkt op het hemelwaterafvoersysteem aangesloten.

7.8 Overige voorzieningen

Bedieningssysteem

Bediening van installaties voor het uitvoeren van handelingen zoals hijsen, transporteren en manipuleren worden uitgevoerd met behulp van bedieningsstations. Deze bedieningsstations zijn deels lokaal en deels

centraal opgesteld. Supervisie van deze systemen vindt plaats vanuit de controlekamer van het gebouw. De lokale bedieningsstations kunnen worden bediend nadat deze zijn vrijgegeven vanuit de controlekamer.

De handelingen met de transportcontainers worden in de ontvangsthal en in de sluis lokaal uitgevoerd.

De op afstand bediende installaties in de ontlaadruimte, de laadruimte en de opslagruimten worden vanuit het bedieningsstation in de controlekamer geïnitieerd, gecontroleerd en gestopt. Om het ontladen van transportcontainers in de ontlaadruimte te kunnen volgen en het afval te kunnen registreren en inspecteren is de controlekamer uitgerust met een stralingsafschermend venster en monitoren van camera's.

De overige handelingen met de transportcontainers en het radioactief afval worden vanuit de controlekamer gevolgd met behulp van het camera-systeem.

Behalve een controlekamer is een bedieningsruimte bij de verpakkingsruimte aanwezig. Om de verpakkingshandelingen te kunnen volgen is de bedieningsruimte uitgerust met een stralingsafschermend venster.

Ten behoeve van communicatie zijn naast een computernetwerk en een telefooninstallatie een oproepsysteem annex intercomsysteem en alarmoproepsysteem aanwezig. De bewakings- en signaleringsfuncties worden naar de centrale controlekamer in het AVG doorgemeld tijdens de periode waarin geen personeel in de controlekamer van het gebouw aanwezig is.

Stralingsmeetsystemen

Verwezen wordt naar hoofdstuk 9.

Brandmeldsystemen

Ten behoeve van de signalering van een brand wordt gebruik gemaakt van rookmelders. Daarnaast zijn handmelders aanwezig. Tijdens de periode waarin geen personeel in de controlekamer van het gebouw aanwezig is, vindt brandmelding plaats via een verzamelmelding naar de centrale controlekamer van het AVG.

Voor het bestrijden van een brand in het gebouw zijn blusmiddelen aanwezig.

Containment bewakingssysteem

De containments zijn voorzien van aansluitpunten om de druk in de containments te kunnen meten en de atmosfeer van de containments te kunnen bemonsteren. Daarnaast kunnen de temperaturen in de compartimenten worden gemeten.

Referenties

1. Design Criteria for an Independent Spent Fuel Storage Installation (Dry Type); ANSI/ANS 57.9-1992.
2. Licensing Requirements for the Independent Storage of Spent Nuclear Fuel and High-level Radioactive Waste; 10 CFR Part 72, NRC
3. Safety Functions and Component Classification for BWR, PWR and PTR; IAEA Safety Guide 50-SG-D1, November 1979.
4. Fuel Handling and Storage systems in nuclear power plants; IAEA Safety Guide 50-SG-D10.

HOOFDSTUK 8 ORGANISATIESTRUCTUUR

Inhoudsopgave	Pagina
8.1 Beschrijving organisatie	115
8.2 Taken en verantwoordelijkheden	115
8.3 Personeelsopleiding en training	116

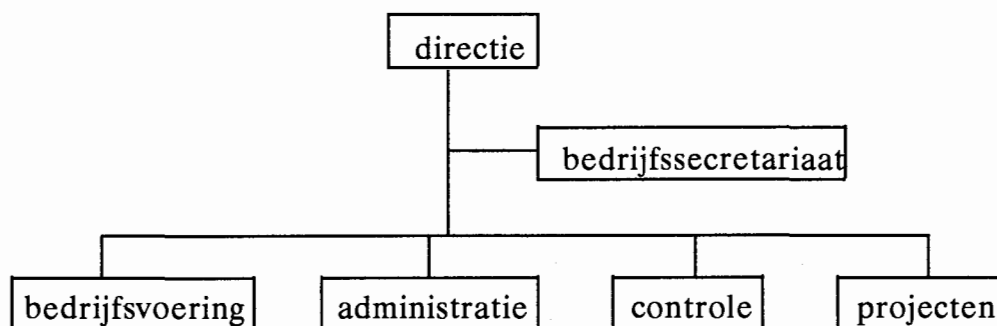
8. ORGANISATIESTRUCTUUR

8.1 Beschrijving organisatie

Overeenkomstig hetgeen is vastgelegd in de statuten van COVRA N.V. wordt de organisatie bestuurd door een directie bestaande uit één of meer directeuren onder toezicht van een raad van commissarissen, bestaande uit tenminste drie leden.

De organisatie is flexibel van opzet hetgeen wil zeggen dat deze in de tijd kan uitbreiden of inkrimpen. Een organogram van de belangrijkste onderdelen is gegeven in figuur 8.1. De totale organisatie omvat per medio 1995 circa 45 personen.

Figuur 8.1 Organogram COVRA N.V. medio 1995



8.2 Taken en verantwoordelijkheden

De taak van de directie is te voorzien in middelen en personeel om het statutaire doel van de onderneming te bereiken. Dit doel is beschreven in hoofdstuk 2. De taak van het directiesecretariaat is secretariële diensten te verlenen en zorg te dragen voor onder andere de receptie en de telefoon-dienst.

De afdeling bedrijfsvoering heeft als taak het verzorgen van alle technische werkzaamheden zoals het afvaltransport, de afvalverwerking, de afvalopslag en het noodzakelijke onderhoud aan gebouwen en installaties. Tot deze afdeling behoort eveneens de beveiligingsdienst, die de beveiliging van gebouwen en installaties verzorgt.

De afdeling administratie draagt zorg voor de bedrijfsadministratie, de boekhouding, de afvaladministratie en het fondsbeheer.

Tot de taken van de afdeling controle behoren de milieuzorg, de arbozorg en de kwaliteitszorg. Dit betreft het stralingshygiënisch toezicht op en de controle van de verschillende bedrijfswerkzaamheden zoals de afvalophaaldienst, de afvalverwerking en de afvalopslag. Daarnaast betreft dit de niet-radiologische inspecties en controles zoals chemische analyses, kwaliteitscontroles, audits, afnames en dergelijke.

Door de afdeling projecten worden nieuwe verwerkingsmethodes voorbereid, nieuwe projecten onderzocht, beoordeeld, uitgevoerd en geïmplementeerd. Ook worden door deze afdeling in nationaal en internationaal verband uitgevoerde onderzoeken naar verwerking en opslag van radioactief afval gevolgd en worden contacten met buitenlandse afvalorganisaties onderhouden.

Het managementteam wordt gevormd door de directie en de hoofden van de afdelingen bedrijfsvoering, administratie en controle. Gedurende kantooruren is altijd minstens één lid van het managementteam bereikbaar.

Het hoofd van de afdeling controle heeft een specifieke verantwoordelijkheid op het terrein van de stralingshygiëne. Daartoe is deze functionaris een speciaal mandaat verleend. Hij rapporteert rechtstreeks aan de directie en in vergunningtechnische zaken zo nodig rechtstreeks aan de terzake bevoegde overheidsinstanties. Tijdens verwerkings- en opslagactiviteiten is minstens één stralingsdeskundige met adequaat deskundigheidsniveau aanwezig.

De specifieke verantwoordelijkheden ten aanzien van de beveiliging van de inrichting behoren tot de bedrijfssecurity manager. Deze functionaris is belast met de uitvoering van en controle op de beveiligingsmaatregelen. De bedrijfssecurity manager rapporteert rechtstreeks aan de directeur en zo nodig aan de beveiligingsambtenaar van het ministerie EZ.

8.3 Personeelsopleiding en training

In het "Personeelskwalificatieplan" dat behoort tot het kwaliteitssysteem van COVRA worden de precieze taakomschrijvingen en kwalificatie-eisen per functie vastgelegd. Met behulp van een opleidingsplan wordt zekergesteld dat over voldoende opgeleid en gekwalificeerd personeel wordt beschikt.

HOOFDSTUK 9 STRALINGSHYGIENE

Inhoudsopgave	Pagina
9.1 Uitgangspunten	119
9.2 Definitie gecontroleerd gebied	120
9.3 Zone-indeling	120
9.4 Personele controle	122
9.5 Emissiecontrole	123
9.5.1 Afvalverwerkingsgebouw	123
9.5.2 Opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval	124
9.5.3 Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw	125
9.6 Stralingscontrole	125
9.7 Besmettingscontrole	126
9.8 Terreingrensmetingen	127
9.9 Ongevalsmaatregelen	128
9.10 Rapportage en meldingen	128

Referenties

9. STRALINGSHYGIENE

9.1 Uitgangspunten

Als uitgangspunten voor de stralingshygiëne in het bedrijf gelden (zie ook hoofdstuk 4):

- de wettelijk vastgelegde dosislimieten voor radiologische werkers en de bevolking,
- het ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable),
- de dosisbeperking voor radiologische werkers (dose constraint), zoals die door COVRA wordt nagestreefd.

Om aan deze uitgangspunten te kunnen voldoen wordt op het terrein en in de verschillende gebouwen een zone-indeling aangehouden, die gebaseerd is op de radiologische condities. Aan deze zone-indeling is de toegankelijkheid voor personen gekoppeld. Daarbij is controle mogelijk van:

- de eventuele besmetting en de stralingsdosis van personen,
- de eventueel optredende besmettingen en stralingsniveaus in de gebouwen,
- het stralingsniveau aan de terreingrens en de emissies naar de omgeving.

Het beleid van de Nederlandse overheid, zoals vastgelegd in de nota "Omgaan met risico's van straling" (ref. 1) en de "Beleidsstandpunten Stralingshygiëne" (ref. 2), is er op gericht het maximaal toelaatbare risiconiveau ten gevolge van ioniserende straling voor individuele leden van de bevolking per bron, zoals de inrichting van COVRA, te beperken tot 10^{-6} per jaar.

Op basis van de huidige kennis van de relatie tussen risico en dosis wordt er van uitgegaan, dat een stralingsdosis van 0,04 milliSievert (mSv) per jaar overeenkomt met een kans op overlijden van 1×10^{-6} per jaar.

In de vigerende wetgeving in Nederland zijn de dosislimieten voor radiologische werkers en leden van de bevolking respectievelijk 50 mSv per jaar en 5 mSv per jaar.

Vooruitlopend op de eventuele aanpassing in Europees verband van de dosislimieten voor radiologische werkers wordt door de overheid voorgesteld de dosislimiet voor radiologische werkers te stellen op 20 mSv per jaar en voor niet-radiologische werkers op 2 mSv per jaar (ref. 3).

Ter invulling van het ALARA-principe wordt door COVRA gestreefd de werkelijk optredende stralingsdoses te beperken tot beneden deze waarden door ontwerptechnische maatregelen en de gehanteerde werkprocedures voor radiologische werkzaamheden. Hierbij wordt een dosisbeperking (dose constraint) nagestreefd van 6 mSv per radiologische werker per jaar.

De in de navolgende paragrafen opgenomen beschrijving van de wijze waarop aan de uitgangspunten voor de stralingshygiëne in het bedrijf invulling wordt gegeven, wordt niet wezenlijk beïnvloed door de voorgestelde aanpassing van dosislimieten.

Derhalve wordt bij de vermelding van numerieke waarden verwezen naar de huidige, in Nederland vigerende wetgeving en besluiten.

9.2 Definitie gecontroleerd gebied

Toegang tot het afvalverwerkingsgebouw en de opslaggebouwen kan voor personen en voertuigen uitsluitend plaatsvinden na autorisatie.

Binnen de gebouwen wordt onderscheid gemaakt tussen het gecontroleerde en het niet-gecontroleerde gebied. Onder het gecontroleerde gebied worden de ruimten en gebieden verstaan, waarvan de toegang wordt be-waakt om stralingshygiënische redenen.

Niet-radiologische medewerkers hebben geen toegang tot het gecontroleerde gebied, tenzij een radiologische medewerker als begeleider aanwezig is of tenzij deze medewerkers hiervoor een werkvergunning hebben.

9.3 Zone-indeling

Het terrein, de gebouwen en de werkruimten zijn ingedeeld in een viertal stralingshygiënische zones. De karakteristieken van deze zones zijn vermeld in tabel 9.3.1

De witte zone omvat het stralingshygiënisch niet-gecontroleerde gebied. Stralingshygiënisch gezien kan aan alle op het terrein aanwezige personen toegang verleend worden tot dit gebied.

Uit een maximale verblijftijd van 2000 uur per jaar voor personen, die in deze zone zullen kunnen werken, en de dosislimiet van 5 mSv per jaar in de vigerende wetgeving, volgt een streefwaarde voor wat betreft het maximale stralingsniveau van 0,0025 mSv per uur. Op vele plaatsen in het niet gecontroleerde gebied zal een veel lager stralingsniveau aanwezig zijn ten gevolge van de grote afstand tot stralingsbronnen en ten gevolge van de in gebouwconstructies aanwezige afscherming. Op diverse plaatsen is in de gebouwen rekening gehouden met het beschikbaar zijn van ruimte, die eventueel nodig is voor het aanbrengen van aanvullende plaatselijke afscherming. Afhankelijk van de werkelijk optredende stralingsniveaus en de verblijftijd van medewerkers in de diverse ruimten zal aanvullende afscherming tijdelijk of permanent worden aangebracht. De stralingsdosis voor medewerkers zal daardoor zo laag als redelijkerwijs mogelijk kunnen worden gehouden. Op deze wijze wordt in de praktijk invulling gegeven aan het ALARA-principe.

Tabel 9.3.1 Karakteristieken van de vier stralingshygiënische zones

Zone	Dosimeter verplicht	Stralingsniveau (mSv/uur)	en/of	Besmettingsniveau (Bq/cm ²)
wit	nee	< 0,0025	en	α $\leq 0,04$ en β, γ $\leq 0,4$
groen	ja	$\leq 0,025$	en	α $\leq 0,4$ en β, γ ≤ 4
oranje	ja	$\leq 0,025$	en	α ≤ 4 en β, γ ≤ 40
rood	ja	> 0,025	en/of	α > 4 en/of β, γ > 40

De streefwaarde van het maximale stralingsniveau voor het niet-gecontroleerde gebied zal incidenteel en slechts gedurende beperkte tijd overschreden kunnen worden in de buurt van beladen transportvoertuigen. In het witte gebied is, onder normale omstandigheden, geen besmetting met radioactiviteit aanwezig. Indien besmetting ten gevolge van ongevalssituaties optreedt, worden procedures van toepassing totdat de besmetting is verwijderd.

De groene, oranje en rode zone vormen het gecontroleerde gebied. Deze zones liggen uitsluitend binnen gebouwen en zijn alleen toegankelijk met toestemming van de stralingscontroledienst. Het dragen van een direct afleesbare dosimeter is in deze zones verplicht. Toegang tot deze zones in het AVG, HABOG en de LOG's vindt altijd plaats via een toegangscontrolepost. Het aantal werkzaamheden in de VOG's en COG's is zeer beperkt en vindt in campagnes plaats. Hiervoor is een procedurele toegangscontrole met vrijgave vanuit de centrale controlekamer voldoende.

In het groene gebied is gedurende werktijd de verblijfstijd onbeperkt voor radiologische werkers.

Het oranje gebied onderscheidt zich van het groene gebied, doordat hier sprake kan zijn van een lichte besmetting van lucht, wanden en installaties. Het oranje gebied vormt in het algemeen het overgangsgedebiet tussen ruimten waar sprake kan zijn van een relatief hoge besmettingsgraad en het groene gebied, dat radiologisch schoon is. Voor werkzaamheden in het oranje gebied zijn procedures opgesteld.

Het rode gebied omvat alle gebieden waar het stralingsniveau en/of het besmettingsniveau van het groene en oranje gebied overschreden kan worden. De meeste ruimten behoren tot de rode zone op grond van het

overschrijden van de stralingsgrenswaarde. Voorbeelden hiervan zijn de opslagruimten voor verwerkt en verpakt afval.

Een klein aantal ruimten behoort tot de rode zone vanwege het besmettingsniveau. Voorbeelden hiervan zijn de perscel en de verschrotingscel in het afvalverwerkingsgebouw. De werkzaamheden in het rode gebied zijn vastgelegd in procedures.

9.4 Personele controle

De diverse werkzaamheden met radioactief afval in de gebouwen worden, voor wat betreft de stralingshygiënische aspecten, uitgevoerd onder toezicht van de stralingsdeskundige. Deze werkzaamheden zijn zoveel mogelijk in schriftelijke werkinstructies vastgelegd. Werkinstructies moeten worden goedgekeurd door de afdeling Controle. Deze goedkeuring omvat naast het vaststellen dat de werkzaamheden stralingshygiënisch veilig kunnen worden uitgevoerd ook het beoordelen of voldaan wordt aan het ALARA-principe.

Deze instructies worden aan de werkers uitgereikt en zo nodig mondeling toegelicht. In de algemene voorschriften wordt gewezen op de risico's die zijn verbonden aan het werken met radioactieve stoffen en de maatregelen die in acht moeten worden genomen om de risico's te beperken, zoals:

- verbod tot roken of gebruik van voedsel, drank en cosmetica in ruimten die voor radiologische werkzaamheden bestemd zijn of waar zich radioactieve stoffen bevinden,
- aanwijzingen voor de kleding, die ter bescherming moet worden gedragen, en waar en hoe deze kleding moet worden gewisseld voor de gewone kleding,
- aanwijzingen betreffende andere beschermende middelen, zoals handschoenen, speciaal schoeisel, veiligheidsbril, ademhalingsbeschermingsmiddelen, of een drukpak met leeflucht indien de werkzaamheden dit noodzakelijk maken,
- aanwijzingen met betrekking tot het gebruik van (persoonlijke) dosimeters,
- de plaatsen waar controle op radioactieve besmetting van kleding en handen dient plaats te vinden en op welke wijze dat moet geschieden,
- aanwijzingen voor de te volgen procedures bij het constateren van een radioactieve besmetting en bij ongevallen.

De stralingscontroledienst ziet erop toe, dat de werkers zich aan de gegeven instructies houden. Naast de stralingshygiënische controle op besmetting is er een personele controle van doses. Radiologische werkers dienen tijdens werkzaamheden op het terrein of in de gebouwen altijd hun persoonlijke dosimeter te dragen. Periodiek worden de meters door een door de overheid erkende instantie uitgelezen. De uitslagen van deze persoonlijke dosimetringen worden in een register bijgehouden. Er wordt op toegezien, dat de geregistreerde doses voldoen aan het ALARA-principe en de door COVRA gehanteerde dosisbeperking (dose constraint) en dat de wettelijk

gestelde limieten niet overschreden worden.

In het gecontroleerde gebied worden tevens direct afleesbare dosimeters gedragen. De stralingscontroledienst zorgt ervoor, dat deze direct afleesbare dosimeters een juiste alarmeringsinstelling hebben. Bij het verlaten van het gecontroleerde gebied wordt de direct afleesbare dosimeter in een registratie-unit uitgelezen en de data opgeslagen in een bestand.

Onderhoudsmedewerkers, die geen COVRA-medewerker zijn, krijgen voor werkzaamheden in het gecontroleerde gebied een speciale werkvergunning uitgereikt. Deze wordt verstrekt door de stralingscontroledienst. Tevens worden, op de werksituatie toegesneden, stralingshygiënische instructies gegeven.

Zowel interne als externe werkers worden jaarlijks geïnformeerd over de geregistreerde persoonlijke stralingsdosis.

9.5 Emissiecontrole

Onder emissies worden het buiten de gebouwen vrijkomen van radioactieve stoffen en directe straling verstaan. Emissies kunnen plaatsvinden naar de atmosfeer, naar het oppervlaktewater of betreffen directe straling naar de omgeving. Emissies treden op bij het AVG, het HABOG en bij de opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval (LOG, VOG en COG). De emissies naar de atmosfeer en naar het oppervlaktewater uit het AVG en de emissie naar de atmosfeer uit het HABOG worden afhankelijk van de aard van de vrijkomende radioactieve producten periodiek danwel continu gemeten. Van alle gemeten emissies wordt een register bijgehouden. Periodiek wordt melding gedaan aan de bevoegde overheidsinstanties.

9.5.1 Afvalverwerkingsgebouw

Uit dit gebouw treden zowel luchtgedragen emissies naar atmosfeer, vloeibare emissies naar het oppervlaktewater als stralingsemissies op.

Luchtgedragen emissies

Luchtgedragen emissies vinden plaats via de centrale ventilatieschacht. De radioactiviteit van deze emissies wordt bewaakt en gecontroleerd. Continue bewaking van de emissies vindt plaats op α -stralers en op β/γ -stralers met uitzondering van H-3, C-14 en S-35. Daarnaast wordt het totaal van deze emissies gecontroleerd door middel van monsternamen-apparatuur. De emissies van H-3, C-14 en S-35 worden via een aparte bemonstering gecontroleerd.

Bewaking van de emissies gebeurt on-line in de ventilatieschacht. Bij overschrijding van de ingestelde limiet vindt alarmering plaats die zowel lokaal als in de centrale controlekamer wordt geregistreerd.

Periodiek wordt aan de hand van de continu genomen monsters van de geloosde nucliden het totaal van de geloosde activiteit gecontroleerd. De resultaten van deze controlemetingen worden vastgelegd.

Vloeibare emissies

Vloeibare emissies vanuit het AVG vinden discontinu en onder gecontroleerde omstandigheden plaats.

Het vloeibare afvalwater wordt bemonsterd en op radioactieve en andere verontreinigingen gecontroleerd in het actieve laboratorium. Indien de concentraties van de diverse verontreinigingen dit toelaten, worden de vloeistoffen overgepompt naar de lozingstank. Vanuit de lozingstank wordt het gereinigde afvalwater naar de Westerschelde afgevoerd.

Tijdens lozing worden twee identieke monsters getrokken. Het eerste monster is bestemd voor controledoeleinden. Het tweede monster wordt gedurende een bepaalde periode bewaard ten behoeve van eventuele verificatie door de overheid of ter vervanging van het eerste monster, voor het geval dat dit verloren is geraakt.

Stralingsemissies

Binnen het AVG kunnen langs de buitenwanden van ruimten waarin radioactieve stoffen verwerkt of opgeslagen worden extra afschermingen worden geplaatst indien dit noodzakelijk is.

Het stralingsniveau aan de buitenzijde van de gebouwen wordt zo laag als redelijkerwijs mogelijk is gehouden. De stralingsafscherming van de gebouwen en zonodig extra aangebrachte afscherming zorgen ervoor dat in samenhang met de situering van de gebouwen op het terrein, de verhoging van de stralingsdosis aan de terreingrens bij continue blootstelling tengevolge van de verwerking en opslag van radioactief afval beperkt blijft tot 0,15 mSv per jaar.

9.5.2 Opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval

In de afvalopslaggebouwen wordt verpakt afval opgeslagen. Uit deze gebouwen treden uitsluitend luchtgedragen emissies en stralingsemissies op. Afvalwater van schoonmaakwerkzaamheden wordt verzameld en voor behandeling naar het AVG afgevoerd.

Luchtgedragen emissies

Luchtgedragen emissies vinden verdeeld over het oppervlak van de gebouwen plaats via openingen in de bouwconstructies. Deze emissies bestaan uit geringe hoeveelheden tritium en radon. De lucht binnen de

opslagruimten wordt gecontroleerd door middel van bemonstering.

Stralingsemissies

Binnen de opslaggebouwen kan langs de buitenwanden van de opslagruimten extra afscherming worden geplaatst indien dit noodzakelijk is. Het stralingsniveau aan de buitenzijde van de gebouwen wordt zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden. De wijze van stapeling van het afval, de stralingsafscherming van de gebouwen en zonodig extra aangebrachte afscherming zorgen ervoor dat, in samenhang met de situering van de gebouwen op het terrein, de verhoging van de stralingsdosis aan de terreingrens bij continue blootstelling tengevolge van de verwerking en opslag van radioactief afval beperkt blijft tot 0,15 mSv per jaar.

9.5.3 Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw

Uit dit gebouw treden uitsluitend luchtgedragen emissies en stralingsemissies op. Het afvalwater wordt in het gebouw in een tank verzameld en afgevoerd naar het AVG, waar verdere behandeling plaatsvindt.

Luchtgedragen emissies

Luchtgedragen emissies vinden plaats via de centrale ventilatieschacht. De radioactiviteit van de emissies wordt bewaakt op de lozing van edelgassen (Krypton-85). Via monsternamen worden de lozingen gecontroleerd op H-3 en overige β - en γ -stralers.

De metingen van edelgassen worden on-line in de ventilatieschacht bewaakt. Bij overschrijding van een vooraf ingestelde limiet vindt alarmering plaats die zowel lokaal als in de (centrale) controlekamer wordt geregistreerd.

Voor de controlemetingen worden de continu genomen monsters periodiek geanalyseerd. De resultaten van deze metingen worden vastgelegd.

Stralingsemissies

Door de toepassing van dikke betonnen wanden wordt het stralingsniveau aan de buitenzijde van het gebouw zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden. De stralingsafscherming van het HABOG zorgt ervoor dat, in samenhang met de situering van het gebouw op het terrein, de verhoging van de stralingsdosis aan de terreingrens bij continue blootstelling tengevolge van de behandeling en opslag van radioactief afval beperkt blijft tot 0,15 mSv/jaar.

9.6 Stralingscontrole

Stralingscontrole van personen

Verwezen wordt naar paragraaf 9.4.

Stralingscontrole van ruimten

In diverse ruimten in het gecontroleerde gebied van het AVG en het HABOG zijn continu metende dosistempometers geïnstalleerd. Bij overschrijding van de ingestelde alarmniveaus wordt dit ter plaatse zowel optisch als akoestisch gemeld.

In alle gebouwen worden in het gecontroleerde gebied periodiek door de stralingscontroledienst de stralingsniveaus gemeten in de diverse ruimten waar medewerkers aanwezig kunnen zijn. Eventueel kan, afhankelijk van de meetresultaten, aanvullende afscherming worden aangebracht, ter invulling van het ALARA-principe.

Stralingscontrole van radioactief afval

Van het aangeboden afval is, door opgave van de producent, het stralingsniveau bekend. Bij overdracht van het afval wordt door stralingscontroleurs van COVRA de juistheid van deze opgave steekproefsgewijs geverifieerd.

Te verwerken colli met laag- en middelradioactief afval hebben in het algemeen een dosistempo dat niet groter is dan 2 mSv per uur aan het oppervlak van de verpakking, terwijl op 1 meter afstand de dosis beperkt is tot 0,1 mSv per uur. Incidenteel kunnen transporten plaatsvinden, waarbij enkele colli een hoger stralingsniveau hebben. Voor het transportvoertuig geldt dan een dosislimiet van 2 mSv per uur aan het oppervlak en 0,1 mSv per uur op 2 meter afstand.

Het stralingsniveau van het in het AVG verwerkte en verpakte afval wordt gemeten, via een code op de vaten vermeld en in de afvaladministratie opgenomen. Bij de opslag in de opslaggebouwen wordt een dusdanige stapeling toegepast, dat vaten met een hoger stralingsniveau worden afgeschermd door vaten met een lager stralingsniveau.

9.7 Besmettingscontrole

Besmettingscontrole van personen

Verwezen wordt naar paragraaf 9.4.

Besmettingscontrole van ruimten

Werkvoorschriften, toezicht op de werkzaamheden en regelmatige instructie van het personeel moet er voor zorgen, dat er een goede werkhygiëne bestaat, zodat de besmettingen (contaminatie) tot een minimum beperkt blijven, ook in ruimten waar dat in principe is toegestaan.

Besmetting van ruimten mag uitsluitend voorkomen in de rode en oranje zones. In de oranje zones mag het besmettingsniveau 100 maal zo hoog zijn als de limiet voor niet-besmet gebied (zie paragraaf 9.3) In het rode gebied kunnen hogere besmettingsniveaus worden geaccepteerd. Met uitzondering

van de gebieden die nooit door medewerkers worden betreden, worden regelmatig veegproeven genomen om de aanwezigheid van besmetting zo goed als mogelijk te identificeren, desgewenst te elimineren en te waarborgen, dat de toegestane besmettingsniveaus niet worden overschreden. Deze controlemaatregelen gelden uiteraard voor zowel het AVG het HABOG als LOG, VOG en COG. Bij het ontwerp van de gebouwen wordt rekening gehouden met het zo goed mogelijk decontamineerbaar zijn van diverse ruimten.

Ruimten, waarin tengevolge van werkzaamheden contaminatie zeer waarschijnlijk is, hebben een gladde, naadloze afwerking van vloeren en wanden en een aangepaste naadloze overgang van vloer naar wand. In deze ruimten wordt ook bij de keuze van installaties rekening gehouden met de decontamineerbaarheid.

Voor de meting van eventuele luchtbesmetting wordt er op diverse plaatsen monsternamen apparatuur geïnstalleerd. Op andere plaatsen wordt met behulp van mobiele meetapparatuur regelmatig steekproefsgewijs controle uitgevoerd op besmetting van de lucht.

Besmettingscontrole van radioactief afval

Het aangeboden afval wordt bij overdracht steekproefsgewijs gecontroleerd op aanwezige oppervlaktebesmetting. Transportmiddelen die gebruikt zijn voor het transport van afval worden na ontlading eveneens gecontroleerd op de eventuele aanwezigheid van besmetting alvorens deze transportmiddelen de ontvangst- c.q. ontladruimten verlaten.

Na verpakking en voordat het afval op zijn definitieve opslagplaats gebracht is, wordt steekproefsgewijs gecontroleerd op de aanwezigheid van besmetting. Ook de transportmiddelen, die binnen het AVG en binnen de gebouwen voor opslag van radioactief afval worden gebruikt, worden regelmatig op besmetting gecontroleerd.

9.8 Terreingrensmetingen

De verwerking en opslag van het afval wordt zodanig uitgevoerd dat ter plaatse van de terreingrens de totale verhoging van de stralingsdosis zo laag als redelijkerwijs mogelijk wordt gehouden, doch bij continue blootstelling niet meer zal bedragen dan 0,15 mSv per jaar. Ten gevolge van de in de natuur en in de omgeving aanwezige stralingsbronnen is er aan de terreingrens van "nature" al een zeker dosistempo aanwezig dat enige malen groter is dan de door het opgeslagen afval veroorzaakte verhoging. Dit van "nature" aanwezige niveau, het zogenaamde nulniveau, aan de terreingrens bedraagt circa 0,4 mSv per jaar. Door COVRA wordt de verhoging ten opzichte van dit nulniveau gemeten.

Wanneer zich wijzigingen voordoen in de activiteiten in de omgeving, de bestratings- of bebouwingsstructuur op het terrein of direkt grenzend aan

het terrein, wordt de invloed van deze wijzigingen op het nulniveau vastgesteld.

Het stralingsniveau aan de terreingrens wordt daarnaast op een aantal punten ook continu bewaakt.

9.9 Ongevalsmaatregelen

In de gebouwen kunnen zich situaties voordoen, waarbij bijzondere maatregelen nodig zijn om de gevolgen voor het personeel, medewerkers van omliggende bedrijven en de omwonende bevolking te beperken. Bij het ontwerp van de installaties en systemen wordt rekening gehouden met de mogelijkheid dat bepaalde incidenten (storingen en ongevallen) kunnen optreden. Maatregelen in installatietechnische en procedurele zin worden genomen om deze zo veel mogelijk te voorkomen. In werkinstructies zijn de handelingswijze en de meldingsroute bij incidenten opgenomen. Daarnaast zijn aparte noodprocedures opgesteld die aansluiten op procedures behorend tot lokale rampenbestrijdingsplannen.

Attendering dan wel alarmering van het personeel is mogelijk via het aanwezige luidsprekerssysteem.

9.10 Rapportage en meldingen

De verantwoordelijkheid voor de veiligheid, de bescherming van de gezondheid van de werknemers en de kwaliteit van de werkomstandigheden ligt bij de directie. Zij wordt daarin bijgestaan door een bevoegd stralingsdeskundige die op grond van de wettelijke bepalingen belast is met het toezicht op de wijze waarop de radiologische werkzaamheden worden uitgevoerd. De stralingsdeskundige rapporteert rechtstreeks aan de directie. Aan de overheid worden periodiek de volgende gegevens gerapporteerd:

- een overzicht van de in de inrichting aanwezige radioactieve afvalstoffen,
- een overzicht van de stralingsniveaus die de opgeslagen afvalstoffen aan de terreingrens veroorzaken,
- een overzicht van de stralingsdoses die het personeel en derden hebben ontvangen,
- een overzicht van de stralingsniveau's in de gebouwen,
- een overzicht van de emissies naar het oppervlaktewater en de atmosfeer,
- een overzicht van het besmettingsniveau op het terrein.

Incidenten (storingen en ongevallen), die aanleiding hebben of kunnen hebben gegeven tot een besmetting van een gebouw, een installatie of personen, alsmede incidenten die aanleiding hebben of kunnen hebben gegeven tot een verhoogde emissie naar het oppervlaktewater of de atmosfeer worden aan de overheid gemeld.

Referenties

1. Ministerie VROM en SZW: Nota "Omgaan met risico's van straling", Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21.137 nr. 1 en 2.
2. Ministerie VROM/SVS: Handleiding "Beleidsstandpunten Stralingshygiëne t.b.v. vergunningverlening", deel I - Reguliere Toepassingen, 15 december 1993.
3. Normstelling Ioniserende Straling voor Arbeid en Milieu, Tweede Kamer, vergaderjaar 1989 - 1990, 21.483. nr. 1.

HOOFDSTUK 10 EMISSIES BIJ NORMAAL BEDRIJF

Inhoudsopgave	Pagina
10.1 Algemeen	133
10.2 Afvalverwerkingsgebouw	134
10.2.1 Oorzaken van luchtgedragen en vloeibare emissies	134
10.2.2 Omvang van de luchtgedragen emissies	134
10.2.3 Omvang van de vloeibare emissies	134
10.3 Opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval	135
10.3.1 Oorzaken van luchtgedragen en vloeibare emissies	135
10.3.2 Omvang van de luchtgedragen emissies	136
10.4 Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw	136
10.4.1 Oorzaken van luchtgedragen en vloeibare emissies	136
10.4.2 Omvang van de luchtgedragen emissies	137
10.5 Dosisconsequenties en individuele risico's van luchtgedragen en vloeibare emissies	137
10.6 Directe straling	139
10.6.1 Oorzaken van directe straling	139
10.6.2 Omvang van de directe straling	140
10.7 Dosisconsequenties en individuele risico's van directe straling	140
10.8 Invulling van ALARA	141

Referenties

10 EMISSIES BIJ NORMAAL BEDRIJF

10.1 Algemeen

In de navolgende paragrafen wordt ingegaan op de radiologische emissies die bij normaal bedrijf van de inrichting kunnen optreden. De emissies betreffen zowel directe straling als emissies van radioactieve stoffen naar de atmosfeer en het oppervlaktewater. Voor de directe straling geldt dat alle gebouwen waar afval is opgeslagen bijdragen aan de verhoging van het stralingsniveau aan de terreingrens. De dosisconsequenties voor de omgeving tengevolge van de directe straling zal daarom voor alle gebouwen gezamenlijk worden beschouwd. Voor de emissies naar de atmosfeer en naar het oppervlaktewater zal analoog aan de eerdere beschrijvingen in de hoofdstukken 5, 6 en 7 onderscheid worden gemaakt tussen het AVG, de opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval (LOG, VOG, COG) en het HABOG.

Daarbij wordt ingegaan op de dosisconsequenties van deze emissies en de hieraan verbonden risico's voor de bevolking en medewerkers van omliggende bedrijven.

De optredende emissies naar de atmosfeer en het oppervlaktewater zijn berekend aan de hand van de maximale hoeveelheden radioactief afval, zoals vermeld in hoofdstuk 2. In het geval de emissies worden bepaald door de jaarlijks aangeboden hoeveelheden radioactief afval zijn deze hoeveelheden conservatief ingeschat.

Op basis van de berekende luchtgedragen emissies bij normaal bedrijf zijn dosisberekeningen uitgevoerd met behulp van de probabilistische consequentie-analyse code NUDOS. Dit model is, tezamen met een aantal aanbevelingen voor parameterkeuze, een verbijzondering van het zogenaamde Nationaal Model, een in Nederland algemeen aanvaarde en toegepaste voorspellingsmethode voor contaminantentransport via de lucht gebaseerd op het gaussisch pluimmodel. De dosisberekeningen voor emissies naar het oppervlaktewater zijn gebaseerd op de aanbevelingen van het IAEA, waarbij consumptie van schaaldieren en vis plaatsvindt, die zich uitsluitend hebben opgehouden in het water waarop is geloosd (ref. 1).

De invoergegevens van deze berekeningen zijn afgestemd op de in Nederland geldende richtlijnen ten aanzien van parameterwaarden (ref. 2).

Aan de hand van de berekende stralingsdoses zijn de individuele risico's bepaald voor de werknemers van omliggende bedrijven en voor omwonenden. De berekende risico's zijn slechts in beperkte mate te vergelijken met de waarden die in 1989 werden berekend aangezien een aantal parameters in het gehanteerde berekeningsmodel zijn gewijzigd zoals de dosisconversiefactoren van een aantal radionucliden, gemiddelden voor jaarconsumptie van voedsel en de risicofactoren.

Opgemerkt dient hierbij te worden dat bij de aangegeven emissies per jaar

de bijdrage aan de totale activiteit van dochternucliden niet is opgenomen. Bij de uitgevoerde dosisberekeningen zijn deze dochterprodukten echter wel in beschouwing genomen. Dit betreft met name de dochterprodukten ten gevolge van radioactief verval van nucliden in de alfagroep en van edelgasen (Rn-220, Rn-222).

10.2 Afvalverwerkingsgebouw

10.2.1 Oorzaken van luchtgedragen en vloeibare emissies

Bij de verwerking en opslag van het laag- en middelradioactief afval komen via de ventilatieschacht radioactieve produkten vrij, die niet door de filters van het ventilatiesysteem of de rookgasreiniging van de verbrandingsinstallaties kunnen worden gevangen.

Bij normaal bedrijf zijn deze luchtgedragen emissies naar de atmosfeer afkomstig van:

- de ventilatielucht van ruimten waarin opslag en verwerking van laag- en middelradioactief afval plaatsvindt,
- de verbrandingslucht van de verbrandingsovens.

De emissies die optreden uit het AVG bij tijdelijke opslag van verarmd uraniumoxide of niet te verwerken laag- en middelradioactief afval zijn, in het navolgende, vermeld bij de COG's en VOG's.

Bij normaal bedrijf zijn de vloeibare emissies naar het oppervlaktewater uitsluitend afkomstig van de waterbehandelingsinstallaties. Deze vinden via de lozingsleiding plaats op de Westerschelde.

10.2.2 Omvang van de luchtgedragen emissies

Onder de luchtgedragen emissies worden de radioactieve stoffen verstaan die via de ventilatieschacht in gasvormige danwel fijn gesuspenderde (aerosol) vorm naar de atmosfeer worden geloosd.

De berekende emissies zijn aangegeven in tabel 10.2.2, waarbij onderscheid is gemaakt tussen een aantal verschillende nucliden-groepen.

10.2.3 Omvang van de vloeibare emissies

Onder vloeibare emissies worden alle radioactieve stoffen verstaan die via de lozingsleiding op de Westerschelde zullen worden geloosd ongeacht of zij in de vorm van moleculair of ionogeen opgeloste stoffen of als oplosmiddel dan wel als gesuspenderde of colloïdale vaste stoffen voorkomen.

De berekende emissies zijn aangegeven in tabel 10.2.3, waarbij onderscheid is gemaakt tussen een aantal verschillende nuclidengroepen.

Tabel 10.2.2 Omvang jaarlijkse luchtgedragen emissies vanuit het AVG bij normaal bedrijf (berekende waarden).

Nuclidengroep	Representatieve nucliden	Omschrijving	Emissie per jaar (Bq per jaar)
1. Kobaltgroep	Co-60, Mn-54	niet-ovenvluchtig	1.10^6
2. Cesiumgroep	Cs-137, Sb-125	ovenvluchtig	9.10^5
3. Jodiumgroep	I-125, I-131	gasvormig	7.10^9
4. Zwavelgroep	S-35	gasvormig	1.10^{10}
5. Tritiumgroep	alleen H-3	gasvormig	3.10^{11}
6. Koolstofgroep	alleen C-14	gasvormig	2.10^{10}
7. Alfagroep	U-238, Am-241, Ra-226	niet-ovenvluchtig	5.10^5

Tabel 10.2.3 Omvang jaarlijkse vloeibare emissies vanuit het AVG bij normaal bedrijf (berekende waarden).

Nuclidengroep	Representatieve nucliden	Emissie per jaar (Bq per jaar)
1. Kobaltgroep	Co-60, Mn-54	6.10^9
2. Cesiumgroep	Cs-137, Sb-125	1.10^9
3. Jodiumgroep	I-125, I-131	3.10^{10}
4. Zwavelgroep	S-35	3.10^{10}
5. Tritiumgroep	alleen H-3	6.10^{11}
6. Koolstofgroep	alleen C-14	5.10^{10}
7. Alfagroep	U-238, Am-241, Ra-226	4.10^7

10.3 Gebouwen voor opslag van laag- en middelradioactief afval

10.3.1 Oorzaken van luchtgedragen en vloeibare emissies

Bij de opslag van laag- en middelradioactief afval komen uit het afval gasvormige radioactieve produkten vrij. Bij normaal bedrijf zijn deze luchtgedragen emissies naar de atmosfeer afkomstig van :

- het verwerkte en verpakte laag- en middelradioactief afval in de LOG's,
- de containers met verarmd uraniumoxide in de VOG's,
- de containers met laag- en middelradioactief afval dat zonder verwerking kan worden opgeslagen in de COG's.

Uit de containers met splijtstofelementen die tijdelijk in een LOG worden opgeslagen treden geen emissies op. De emissies die optreden uit een LOG bij tijdelijke opslag van containers met verarmd uraniumoxide of niet te verwerken laag- en middelradioactief afval zijn, in het navolgende, vermeld bij de COG's en VOG's.

Uit de opslaggebouwen treden geen vloeibare emissies op aangezien het

condenswater van de luchtbehandelingsinstallaties en het water dat gebruikt wordt voor de reiniging van vloeren wordt afgevoerd voor behandeling in het AVG.

10.3.2 Omvang van de luchtgedragen emissies

Onder de luchtgedragen emissies bij opslag van laag- en middelradioactief afval worden de radioactieve stoffen verstaan, die uit de verpakking van het afval diffunderen en via openingen in de wanden en daken van de opslaggebouwen als gas of aerosol naar de atmosfeer worden geloosd.

De berekende emissies zijn aangegeven in tabel 10.3.2. Ze zijn apart vermeld voor de verschillende opslaggebouwen met laag- en middelradioactief afval en zijn gebaseerd op de maximale hoeveelheden afval die in de inrichting aanwezig kunnen zijn (zie hoofdstuk 2).

Tabel 10.3.2 Omvang luchtgedragen emissies vanuit de opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval (berekende waarden)

Opslaggebouw	Nuclidegroep	Representatieve nuclide	Emissie per jaar (Bq per jaar)
- laag- en middelradioactief afval opslaggebouwen (LOG)	- tritiumgroep	H-3	$4 \cdot 10^8$
- verarmd uraniumoxide opslaggebouwen (VOG)	- edelgasgroep	Rn-220, Rn-222	$8 \cdot 10^{10}$
- containeropslaggebouwen (COG)	- edelgasgroep	Rn-222	$2 \cdot 10^{11}$

10.4 Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw (HABOG)

10.4.1 Oorzaken van luchtgedragen en vloeibare emissies

Bij behandeling en opslag van hoogradioactief afval komen uit een gedeelte van het afval gasvormige radioactieve produkten vrij, die niet door de filters van het ventilatiesysteem kunnen worden gevangen en die via de ventilatieschacht worden geloosd.

Bij normaal bedrijf zijn deze luchtgedragen emissies naar de atmosfeer met name afkomstig van de vaten met constructiematerialen van het opwerkingsproces van bestraalde splijtstofelementen en de colli met overig hoogradioactief afval. Deze vaten en colli bevinden zich in de compartimenten met niet-warmteproducerend afval. De emissie van de vrijkomende radioactieve produkten vindt plaats via de centrale ventilatieschacht, die is aangesloten op het ventilatiesysteem van het gebouw.

Uit de canisters met kernsplijtingsafval (KSA) zijn geen emissies te verwachten, ten gevolge van de insluiting van de radioactieve produkten in de glasmatrix. Bovendien worden de canisters opgeslagen in afgesloten containments.

In de splijtstofelementen, afkomstig van onderzoeksreactoren, zijn gasvormige of vluchtige radioactieve stoffen aanwezig. Uit aktiviteitsmetingen bij opslag van deze elementen in de waterbassins bij de onderzoeksreactoren kan worden afgeleid, dat geringe hoeveelheden Kr-85 en H-3 kunnen vrijkomen. Na verpakking worden de splijtstofelementen opgeslagen in containments en zijn er geen emissies uit de verpakte splijtstofelementen meer te verwachten.

Uit het gebouw voor behandeling en opslag van hoogradioactief afval vinden geen vloeibare emissies plaats, aangezien de vloeibare afvalstoffen die gecontamineerd kunnen zijn, afgevoerd worden naar het AVG voor behandeling.

10.4.2 Omvang van de luchtgedragen emissies

De berekende emissies vanuit het HABOG zijn aangegeven in tabel 10.4.2. en zijn gebaseerd op de maximale hoeveelheden afval die in de inrichting aanwezig kunnen zijn (zie hoofdstuk 2)

Tabel 10.4.2 Omvang luchtgedragen emissies vanuit het HABOG bij normaal bedrijf (berekende waarden).

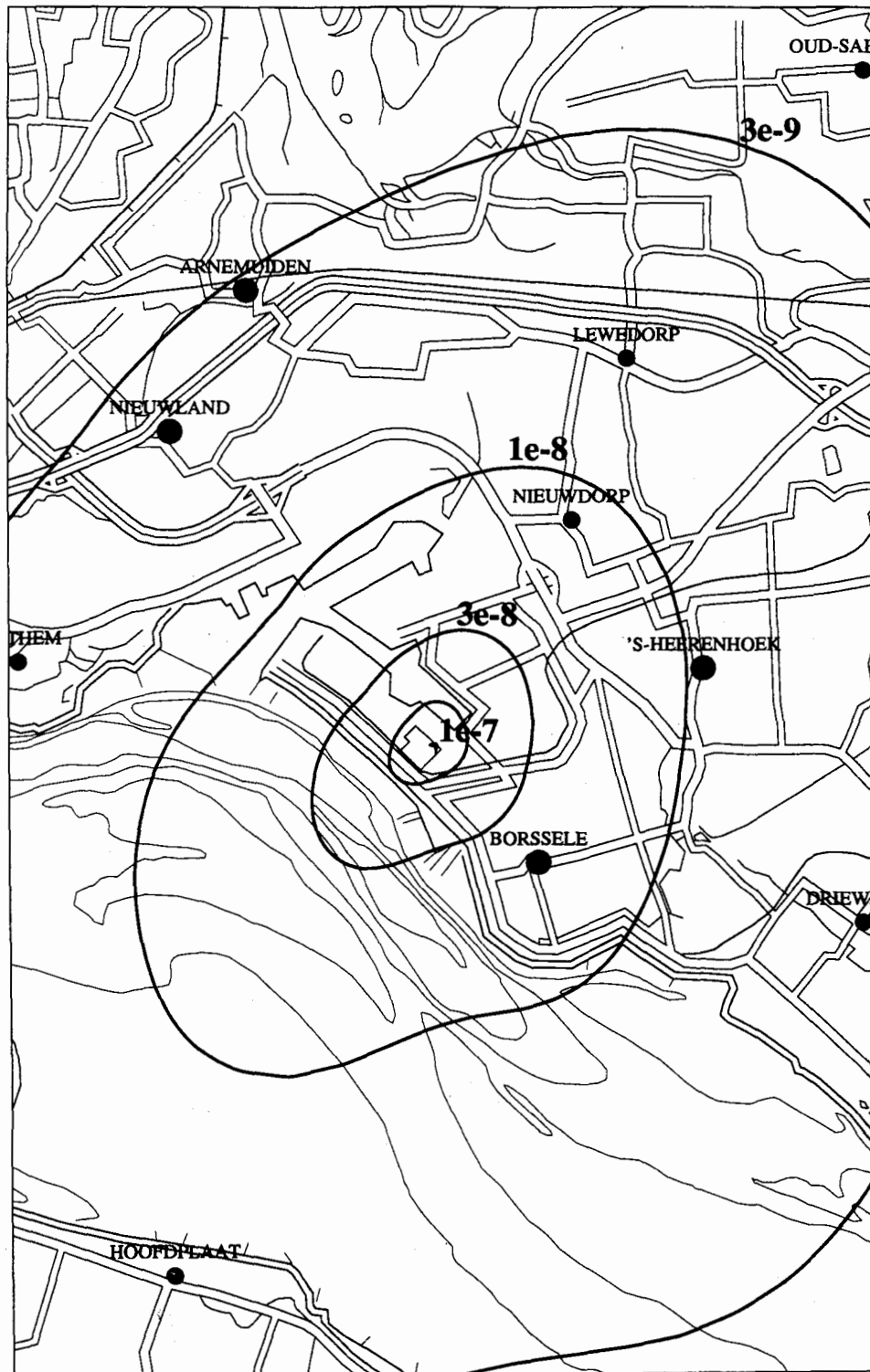
Opslaggebouw	Nuclidegroep	Representatieve nucliden	Emissie per jaar (Bq per jaar)
Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslaggebouw (HABOG)	Beta/gammagroep	Sr-90	$6 \cdot 10^4$
	Tritiumgroep	H-3	$8 \cdot 10^{10}$
	Alfagroep	U-238	$6 \cdot 10^3$
	Edelgasgroep	Kr-85	$3 \cdot 10^{11}$

10.5 Dosisconsequenties en individuele risico's van luchtgedragen en vloeibare emissies

Om de gevolgen van de luchtgedragen en vloeibare emissies bij normaal bedrijf te bepalen zijn de maximale individuele jaardoses buiten de terreingrens voor werknemers van omliggende bedrijven en omwonenden berekend. Het hieraan verbonden individueel risico is eveneens bepaald.

De berekende maximale individuele jaardoses tengevolge van de luchtgedragen emissies voor werknemers en omwonenden zijn aangegeven in tabel 10.5.1. In figuur 10.5.1 zijn de dosiscontouren voor luchtgedragen emissies op een kaart van de omgeving van COVRA opgenomen.

Figuur 10.5.1 Dosiscontouren in Sv per jaar (exclusief ingestie)



1:100.000

Tabel 10.5.1 Maximale individuele jaardoses buiten de terreingrens ten gevolge van luchtgedragen emissies bij normaal bedrijf (exclusief ingestie)

Groep	Dosis (mSv per jaar) per emissiepunt					
	AVG	LOG's	COG's	VOG's	HABOG	Totaal
Werknemers omliggende bedrijven	$5 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-6}$	$7 \cdot 10^{-7}$	$8 \cdot 10^{-5}$
Omwonenden	$5 \cdot 10^{-6}$	$8 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-5}$

De maximale individuele jaardosis voor werknemers van omliggende bedrijven ten gevolge van luchtgedragen emissies treedt op op ongeveer 200 m ten noorden van de ventilatieschacht van het AVG en bedraagt $8 \cdot 10^{-5}$ mSv per jaar. Deze jaardosis komt overeen met een individueel risico van $2 \cdot 10^{-9}$ per jaar.

De maximale individuele jaardosis voor omwonenden ten gevolge van luchtgedragen emissies, exclusief ingestie, bedraagt $2 \cdot 10^{-5}$ mSv per jaar en treedt op op circa 2,5 km ten zuidoosten van de ventilatieschacht van het AVG. Deze jaardosis komt overeen met een individueel risico van $5 \cdot 10^{-10}$ per jaar voor volwassenen.

Ingeval deze omwonende gewassen uit eigen tuin consumeert, dient rekening te worden gehouden met een extra stralingsdosis ten gevolge van ingestie. De totale maximale individuele jaardosis bedraagt dan $7 \cdot 10^{-5}$ mSv per jaar en komt overeen met een individueel risico van $2 \cdot 10^{-9}$ per jaar.

Naast deze risico's die verbonden zijn aan luchtgedragen emissies is de stralingsdosis en het individueel risico berekend voor de emissies naar het oppervlaktewater uitgaande van consumptie van vis en schaaldieren die zich in het ontvangende water hebben bevonden. De berekende maximale individuele jaardosis bedraagt hierbij $1 \cdot 10^{-5}$ mSv per jaar en komt overeen met een individueel risico van $3 \cdot 10^{-10}$ per jaar.

10.6 Directe straling

10.6.1 Oorzaken van directe straling

Bij de verwerking, behandeling en opslag van het radioactief afval komt ioniserende straling vrij. Afhankelijk van de aanwezige verpakking en van de dikte van de wanden en de daken van de ruimte waar het afval zich bevindt, zal deze directe straling worden afgeschermd. Het stralingsniveau van het afval dat in elk van de gebouwen aanwezig is en de positie van die gebouwen op het terrein bepalen de bijdrage aan de verhoging van het stralingsniveau aan de terreingrens.

10.6.2 Omvang van de directe straling

Aan de terreingrens wordt uitgegaan van een verhoging van het stralingsniveau tengevolge van het opgeslagen radioactief afval van 0,15 mSv per jaar bij continue blootstelling. Dit betreft de verhoging ten opzichte van het van "nature" aanwezige niveau dat bepaald wordt door de kosmische straling en de straling afkomstig van de ondergrond en de aanwezige bebouwing en bestrating.

10.7 Dosisconsequenties en individuele risico's van directe straling

Rekeninghoudend met een aanwezigheidscorrectiefactor van 0,25 en een gemiddelde afstand van 300 m tot de terreingrens, bedraagt de stralingsdosis tengevolge van de directe straling voor werknemers van de omliggende bedrijven $5 \cdot 10^{-4}$ mSv per jaar, hetgeen overeenkomt met een individueel risico van $1 \cdot 10^{-8}$ per jaar. De dosisbijdrage is dominant ten opzichte van die tengevolge van luchtgedragen emissies.

Voor de omwonenden op 2,5 km van het COVRA terrein bedraagt de dosisbijdrage tengevolge van de directe straling $5 \cdot 10^{-8}$ mSv per jaar. Voor de omwonenden is deze bijdrage verwaarloosbaar ten opzichte van die tengevolge van luchtgedragen emissies.

In tabel 10.7 zijn samenvattend de dosisconsequenties van zowel de directe straling als de luchtgedragen emissies gegeven met het totale individuele risico voor werknemers in de omgeving en omwonenden.

Tabel 10.7 Maximale individuele jaardoses en individuele risico's buiten de terreingrens ten gevolge van directe straling en luchtgedragen emissies bij normaal bedrijf.

Groep	Dosis in mSv per jaar tengevolge van					Totaal individueel risico per jaar voor de <u>gehele</u> inrich- ting
	Directe straling	Luchtgedragen emissies tengevolge van				
		verwerking en opslag van laag- en middelra- dioactief afval		behandeling en opslag van hoogradioactief afval		
		exclusief ingestie	inclusief ingestie	exclusief ingestie	inclusief ingestie	
Werknemers	5.10^{-4}	8.10^{-5}	n.v.t.	7.10^{-7}	n.v.t.	1.10^{-8}
Omwonenden	5.10^{-8}	2.10^{-5}	7.10^{-5}	1.10^{-7}	1.10^{-6}	2.10^{-9}

10.8 Invulling van ALARA

De belangrijkste bijdrage aan de stralingsdoses tengevolge van luchtgedragen en vloeibare emissies wordt veroorzaakt door de verwerking van laag- en middelradioactief afval in het AVG. Deze emissies worden zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden doordat voor de rookgassen van de verbrandingsovens zowel een natte als een droge reinigungsstraat en absoluutfilters worden toegepast. De (potentieel) besmette ventilatielucht wordt eveneens door absoluutfilters gereinigd. Alle vloeibare afvalstromen passeren het afvalwaterreinigingssysteem. De luchtgedragen en vloeibare lozingen leiden, tengevolge van deze voorzieningen, tot een risico in de omgeving dat ruimschoots kleiner is dan 10^{-8} per jaar.

Bepalend voor het risico van werknemers van omliggende bedrijven is de directe straling tengevolge van de verhoging van het stralingsniveau aan de terreingrens.

Deze is afhankelijk van enerzijds het stralingsniveau aan de buitenzijde van de diverse gebouwen en anderzijds de positionering van de diverse gebouwen op het terrein.

In het AVG en de opslaggebouwen voor het laag- en middelradioactief afval kan aanvullende afscherming worden aangebracht ter verlaging van deze directe straling. Voor het HABOG is dit niet mogelijk. De aanwezige dikke betonnen wanden en daken zorgen voor een vaste afschermingsfactor. Deze afscherming is zodanig dat, rekening houdend met de ligging van het HABOG ten opzichte van de terreingrens, de verhoging aan de terreingrens maximaal 0,15 mSv per jaar bij continue blootstelling zal bedragen. Bewust is er voor gekozen het HABOG midden op het COVRA-terrein te situeren. Immers, de gebouwen die om het HABOG zullen worden gebouwd, zullen de dosisbijdrage van het HABOG afschermen. De dosisbijdrage aan de terreingrens van deze omringende gebouwen kan in de praktijk relatief eenvoudig door de bedrijfsvoering worden beïnvloed. Invulling van het ALARA-principe leidt er bij de bedrijfsvoering van de LOG's toe dat aan de buitenzijde in de gebouwen vaten met een laag stralingsniveau worden geplaatst en dat in de stapels binnenin de loads de vaten met een hoger stralingsniveau zoveel mogelijk afgeschermd worden door vaten met een lager stralingsniveau. In de COG's en de VOG's zal dezelfde ALARA-invulling plaatsvinden. Wanneer extra afscherming niet kan worden verkregen door gebruik te maken van verschillen in het stralingsniveau van de containers, zal zo nodig met behulp van los te plaatsen afschermingsblokken voorzien worden in extra afscherming. De opgedane ervaring met de LOG's geeft aan dat, door zorgvuldige keuze van de uitvoering van de stapeling, ter plekke van de LOG's de verhoging van het stralingsniveau lager kan worden gehouden dan 0,15 mSv per jaar.

In paragraaf 10.7 is aangegeven dat voor werknemers van omliggende bedrijven het berekende individuele risico tengevolge van de directe

stralingsbijdrage 1.10^{-8} per jaar bedraagt. Door de maatregelen als hierboven omschreven zal het werkelijke risico hier nog onder kunnen liggen.

Referenties

1. Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases, IAEA Safety Series no. 57, 1992.
2. Ministerie VROM/SVS: Handleiding "Beleidsstandpunten Stralingshygiëne ten behoeve van vergunningverlening", deel 1 - Reguliere toepassingen, 15 december 1993.

HOOFDSTUK 11 ONGEVALSANALYSES

Inhoudsopgave	Pagina
11.1 Algemeen	147
11.2 Afvalverwerkingsgebouw (AVG)	148
11.2.1 Overzicht ontwerpgebeurtenissen	148
11.2.2 Consequenties ontwerpgebeurtenissen	148
11.2.2.1 Lekkage van componenten	148
11.2.2.2 Verlies van het mechanische ventilatiesysteem	148
11.2.2.3 Verlies van de elektrische energievoorziening	150
11.2.2.4 Mechanische beschadiging	150
11.2.2.5 Uitval rookgasreiniging	150
11.2.2.6 Brand in de installatie	151
11.2.2.7 Explosie binnen het gebouw	151
11.2.2.8 Overstromingen	152
11.2.2.9 Aardbevingen	152
11.2.2.10 Windhozen	152
11.2.2.11 Gaswolkexplosie	152
11.2.2.12 Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen	153
11.2.2.13 Neerstortend vliegtuig	153
11.2.2.14 Onbedoelde verwaarlozing	153
11.3 Opslagslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval (LOG, COG en VOG)	154
11.3.1 Overzicht ontwerpgebeurtenissen	154
11.3.2 Consequenties ontwerpgebeurtenissen	155
11.3.2.1 Mechanische beschadiging	155
11.3.2.2 Overstromingen	155
11.3.2.3 Aardbevingen	156
11.3.2.4 Windhozen	156
11.3.2.5 Gaswolkexplosie	156
11.3.2.6 Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen	156
11.3.2.7 Neerstortend vliegtuig	156
11.4 Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw (HABOG)	157
11.4.1 Overzicht ontwerpgebeurtenissen	157
11.4.2 Consequenties ontwerpgebeurtenissen	157
11.4.2.1 Blokkade van het natuurlijke ventilatiesysteem	157
11.4.2.2 Verlies van het mechanische ventilatiesysteem	159
11.4.2.3 Verlies van de elektrische energievoorziening	160
11.4.2.4 Mechanisch falen en mechanische beschadiging	161
11.4.2.5 Verlies van de insluiting	163
11.4.2.6 Brand in de installatie	164
11.4.2.7 Explosie binnen het gebouw	165
11.4.2.8 Overstromingen	166
11.4.2.9 Aardbevingen	166

11.4.2.10	Windhozen	167
11.4.2.11	Gaswolkexplosie	168
11.4.2.12	Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen	168
11.4.2.13	Neerstortend vliegtuig	169
11.4.2.14	Onbedoelde verwaarlozing	170
11.4.2.15	Kritikaliteit	170
11.5	Individuele risico's	170
11.6	Buiten-ontwerpongevallen	173

Referenties

11 ONGEVALSANALYSES

11.1 Algemeen

In de navolgende paragrafen wordt ingegaan op mogelijke ongevallen en de gevolgen daarvan voor de omgeving. Analooq aan hoofdstuk 5, 6, 7 en 10 wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen het AVG, de opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval en het HABOG.

In aansluiting op de indeling zoals opgenomen in hoofdstuk 4 is bij de uitgevoerde ongevalsanalyses onderscheid gemaakt tussen:

- storingen (ontwerpgebeurtenissen categorie 2)
- ongevallen (ontwerpgebeurtenissen categorie 3)
- extreme ongevallen (ontwerpgebeurtenissen categorie 4).

De beschrijving van mogelijke ontwerpgebeurtenissen is in de navolgende paragrafen beperkt tot de belangrijkste (maatgevende) gebeurtenissen. Ontwerpgebeurtenissen van categorie 2, zoals foutieve handelingen van het bedienend personeel, kortstondige uitval van het ventilatiesysteem of van de elektrische energievoorziening en storingen van individuele mechanische en elektrische componenten zijn niet in detail beschreven, aangezien zij ten opzichte van ontwerpgebeurtenissen van de categorie 3 en categorie 4 geen significante consequenties voor de omgeving hebben.

De optredende emissies ten gevolge van storingen en ongevallen zijn berekend aan de hand van de maximale hoeveelheden radioactief afval, zoals aangegeven in hoofdstuk 2. In geval de emissies worden bepaald door de jaarlijks aangeboden hoeveelheid radioactief afval zijn deze hoeveelheden conservatief ingeschat.

Op basis van de berekende luchtgedragen emissies zijn dosisberekeningen uitgevoerd met behulp van de het programma MACCS (ref. 1). De dosisberekeningen voor emissies naar het oppervlaktewater zijn gebaseerd op aanbevelingen van het IAEA (ref. 2), waarbij consumptie van schaaldieren en vis plaatsvindt, die zich uitsluitend in het water hebben opgehouden waarop wordt geloosd. De invoergegevens voor deze berekeningen zijn afgestemd op de in Nederland geldende richtlijnen ten aanzien van parameterwaarden (ref. 3).

Aan de hand van de berekende stralingsdoses zijn de individuele risico's bepaald voor volwassenen in de omgeving. De berekende risico's zijn slechts in beperkte mate te vergelijken met de waarden die in 1989 werden berekend aangezien een aantal parameters in de gehanteerde rekenmodellen zijn gewijzigd, zoals de dosisconversiefactoren van een aantal radionucliden, consumptiehoeveelheden van voedsel en de risicofactoren.

11.2 Afvalverwerkingsgebouw (AVG)

11.2.1 Overzicht ontwerpgebeurtenissen

In hoofdstuk 5 is aangegeven, dat tijdens verwerking en tijdelijke opslag van het afval in het afvalverwerkingsgebouw tenminste één barrière aanwezig is, die lozing van radioactieve produkten naar de omgeving voorkomt.

Voor het afvalverwerkingsgebouw is, op grond van dit uitgangspunt, de insluiting van het radioactieve afval in het algemeen onder normale bedrijfsomstandigheden, storingen en ongevallen verzekerd. Bij een aantal ontwerpgebeurtenissen van de categorie 3 en 4 (zie hoofdstuk 4) kan de insluiting niet verzekerd worden en kunnen emissies van radioactieve produkten naar de omgeving optreden.

In tabel 11.2.1 zijn de belangrijkste ontwerpgebeurtenissen aangegeven. De consequenties van deze gebeurtenissen zijn beschreven in paragraaf 11.2.2.

11.2.2 Consequenties ontwerpgebeurtenissen

11.2.2.1 Lekkage van componenten

Bij lekkage van componenten in het afvalverwerkingsgebouw kunnen gassen, aerosolen en vloeistoffen vrijkomen.

Vrijkomende gassen en aerosolen worden door het ventilatiesysteem afgevoerd. De aerosolen worden hierbij in de filterstraten ingevangen en de gassen worden geloosd. Deze lozingen (emissies) zijn dermate gering, dat deze geen significante bijdrage leveren aan de emissies die reeds bij normaal bedrijf optreden.

Vrijkomende vloeistoffen worden opgevangen in vloerputten en afgevoerd naar het waterbehandelingssysteem, zodat deze niet leiden tot extra vloeibare emissies ten opzichte van de emissies bij normaal bedrijf.

De tanks van het waterbehandelingssysteem staan opgesteld in betonnen bakken met een zodanige inhoud dat, bij lekkage van een tank of een leiding, de totale inhoud van de tank in de desbetreffende bak kan worden opgevangen en geen emissies optreden.

11.2.2.2 Verlies van het mechanische ventilatiesysteem

Het ventilatiesysteem van het afvalverwerkingsgebouw is redundant uitgevoerd. Bij storing van een toe- of afvoerventilator wordt automatisch overgeschakeld op de redundante toe-, c.q. afvoerventilator, en veroorzaakt de storing een blokkering van de met het systeem verbonden afvalverwerkingsinstallaties. De storingsmelding dient bewust "gereset" te

worden voordat een afvalverwerkingsinstallatie in bedrijf kan worden genomen. Indien de storing optreedt als een verwerkingsinstallatie in bedrijf is, wordt bij uitval van een toe- of afvoerventilator het programma afgewerkt en dient vervolgens de storing te worden "gereset". Bij uitval van de redundante ventilator worden de afvalverwerkingsinstallaties direct afgeschakeld.

De voor- en absoluutfilters van het ventilatiesysteem worden door middel van drukverschilmetingen bewaakt op de goede werking. Bij alarmering in de centrale controlekamer dat de drukverschillen te hoog of te laag zijn, wordt de redundante filterinstallatie handmatig bijgeschakeld en vervolgens de installatie met de alarmerende drukverschilmetingen

Tabel 11.2.1 Ontwerpgebeurtenissen met betrekking tot het afvalverwerkingsgebouw (AVG)

Behandeld in par. 11.2.2.	Gebeurtenis	Ontwerpgebeurtenis categorie:
1	Lekkage van componenten	3
2	(Langdurig) verlies van het mechanische ventilatiesysteem	3
3	(Langdurig) verlies van de elektrische energievoorziening	3
4	Mechanische beschadiging van vaten en containers	3
5	Uitval rookgasreinigingssysteem	3
6	Brand in de installatie	3
7	Explosie binnen het gebouw	4
8	Overstromingen	4
9	Aardbevingen	4
10	Windhozen	4
11	Gaswolkexplosie	4
12	Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen	4
13	Neerstortend vliegtuig (gevolgd door brand)	4
14	Onbedoelde verwaarlozing van installaties	4

handmatig afgeschakeld.

Bovenvermelde procedures voorkomen, dat ten gevolge van een storing of ten gevolge van volledig verlies van het mechanische ventilatiesysteem, lozingen naar de omgeving kunnen optreden.

11.2.2.3 Verlies van de elektrische energievoorziening

De vitale en essentiële installatiedelen, zoals het ventilatiesysteem KLA, de rookgasreiniging, het brandblussysteem en de bedienings- en bewakingssystemen, zijn aangesloten op de noodstroomvoorziening. Bij het wegvallen van de externe elektriciteitsvoorziening starten de noodstroomaggregaten automatisch op. Indien een aggregaat niet start, wordt automatisch gekoppeld tussen de beide systemen. Indien beide aggregaten niet beschikbaar zijn, wordt geen afvalverwerkingsinstallatie in bedrijf genomen. Op deze wijze wordt voorkomen, dat ten gevolge van het verlies van de elektrische energievoorziening lozingen naar de omgeving kunnen optreden.

11.2.2.4 Mechanische beschadiging

De constructie van de vaten en containers met radioactief afval zorgt ervoor, dat bij een val geen radioactieve produkten kunnen vrijkomen. Uitsluitend in het geval de toelaatbare valhoogte bij behandeling wordt overschreden, kan lekkage optreden. Dit leidt tot een lokale besmetting die moet worden opgeruimd.

De mogelijk vrijkomende gassen, aerosolen of vloeistoffen worden hierbij door het ventilatiesysteem afgevoerd c.q. in vloerputten verzameld. Zoals beschreven in par. 11.2.2.1 treden hierbij geen significante emissies op ten opzichte van de normale jaarlijkse emissies van radioactieve produkten.

11.2.2.5 Uitval rookgasreinigingssysteem

Het rookgasreinigingssysteem van de verbrandingsovens wordt bestuurd door het automatiseringssysteem dat de vereiste beveiliging van de installatie verzorgt. De belangrijkste storingen die kunnen optreden zijn uitval van de rookgaskoeling of uitval van de filterstraten. Uitval van de filterstraten kan ontstaan door uitval van de zuig/trekventilator.

In geval de rookgastemperatuur te hoog wordt door een te klein waterdebiet van de proceswatersproeiers, of storing van de recirculatiepomp van het wasvat, wordt een noodsproeier geactiveerd, die voorkomt dat de temperatuur van het wasvat en de filters te hoog wordt. In geval een storing in één van de filterstraten optreedt, wordt automatisch de andere straat gestart en de in bedrijf zijnde straat afgeschakeld.

Lozing van luchtgedragen radioactieve produkten ten gevolge van uitval van de rookgasreiniging is dan ook alleen mogelijk in geval de automatiseringsinstallatie niet goed funktioneert, waarbij tevens een filter beschadigd is of, ten gevolge van een te hoge temperatuur, defect raakt.

Dit ongeval is ten aanzien van haar consequenties nader geanalyseerd. Maatgevend hierbij is de uitval van de rookgasreiniging bij verbranding in de kadaveroven, waarbij circa $5 \cdot 10^7$ Bq wordt geloosd. De berekende individuele risico's van deze emissie zijn aangegeven in paragraaf 11.5.

11.2.2.6 Brand in de installatie

Het afvalverwerkingsgebouw is voorzien van branddetectie- en brandbestrijdingsmiddelen. Door de aanwezigheid van brandwerende wanden en brandkleppen in de ventilatiekanalen is zekergestellt dat branden kunnen worden geïsoleerd en lokaal kunnen worden bestreden. De brandkleppen zijn voorzien van een smeltveiligheid waarbij deze in geval van overschrijding van de smelttemperatuur automatisch sluiten.

Ten gevolge van de gepostuleerde brand in een van de bufferopslagruimtes of verwerkingsruimtes kan een emissie van radioactieve produkten optreden. De consequentie van branden in de verschillende ruimten zijn ten aanzien van hun consequenties voor de omgeving nader geanalyseerd.

Maatgevend hierbij zijn een brand in de werkvoorraad vast persbaar afval wanneer zich in dit afval alfastralers bevinden of in de buffervoorraad vast afval afkomstig van de molybdeen produktie.

Bij een brand in de werkvoorraad vast persbaar afval met alfastralers komt circa $5 \cdot 10^{10}$ Bq vrij, waarvan $8 \cdot 10^7$ Bq alfastralers. Bij een brand in de buffervoorraad vast afval van de molybdeen produktie wordt circa $1 \cdot 10^{11}$ Bq geloosd. De berekende individuele risico's van deze emissies zijn aangegeven in paragraaf 11.5.

11.2.2.7 Explosie binnen het gebouw

In ruimten, waar organische vloeistoffen worden verwerkt of opgeslagen, is detectieapparatuur aangebracht om de mogelijke vorming van explosieve gasmengsels te kunnen detecteren. Een interne explosie in één van de verwerkingsinstallaties kan echter niet geheel uitgesloten worden. In die installaties waar dit kan voorkomen, zoals de telpotjesinstallatie, zijn drukontlastpanelen aangebracht teneinde beschadiging van de installatie te voorkomen.

De bij een dergelijke explosie mogelijk vrijkomende gassen, aerosolen of vloeistoffen worden hierbij door het ventilatie-systeem afgevoerd c.q. in vloerputten verzameld. Zoals beschreven in par. 11.2.2.1 treden hierbij

geen significante emissies op ten opzichte van de normale jaarlijkse emissies van radioactieve produkten.

11.2.2.8 Overstromingen

Het afvalverwerkingsgebouw is niet ontworpen voor de gevolgen van een overstroming van het terrein. In geval een overstroming optreedt komen de verpakkingen van het in de diverse ruimten aanwezige radioactieve afval in contact met water. Gedurende de tijd dat de overstroming optreedt is het dan ook mogelijk dat een gedeelte van de aanwezige radioactieve produkten door het water wordt opgenomen en afgevoerd wordt naar het oppervlaktewater.

De gevolgen van dit ongeval zijn ten aanzien van hun consequenties nader geanalyseerd.

Aangezien bij dit ongeval ook andere gebouwen onder water komen te staan, is het individuele risico ten gevolge van de optredende emissies naar het oppervlaktewater voor alle gebouwen tezamen aangegeven in paragraaf 11.5.

11.2.2.9 Aardbevingen

Het afvalverwerkingsgebouw en de installaties zijn niet expliciet ontworpen voor de belastingen die veroorzaakt worden door de maximaal te verwachten aardbeving op de vestigingslokatie (zie hoofdstuk 4). Bij het optreden van een dergelijke aardbeving wordt echter niet verwacht dat aanmerkelijke schade aan het gebouw, de in het gebouw aanwezige installaties en de verpakkingen met radioactief afval zal ontstaan.

De gevolgen van dit ongeval zijn niet nader geanalyseerd, omdat deze geringer zullen zijn dan de beschadiging ten gevolge van een gaswolkexplosie of een neerstortend vliegtuig, in combinatie met een brand. Deze ongevallen zijn beschreven in paragraaf 11.2.2.11 en 11.2.2.13.

11.2.2.10 Windhozen

Het afvalverwerkingsgebouw is bestand tegen de belastingen die veroorzaakt worden door een windhoos (zie hoofdstuk 4), zodat geen emissie van radioactieve produkten kan optreden.

11.2.2.11 Gaswolkexplosie

Het afvalverwerkingsgebouw is niet bestand tegen de belastingen die veroorzaakt worden door de maximaal te verwachten gaswolkexplosie op de vestigingslokatie (zie hoofdstuk 4). De gevolgen van het optreden van een dergelijke gaswolkexplosie zijn nader geanalyseerd waarbij naar voren

is gekomen dat de optredende emissies tengevolge van beschadiging van de installaties en de verpakkingen met radioactief afval gering zijn ten opzichte van die bij beschadiging van de opslaggebouwen met laag- en middelradioactief afval. De individuele risico's ten gevolge van emissies voor de opslaggebouwen tezamen zijn opgenomen in paragraaf 11.5.

11.2.2.12 Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen

Het vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen in de omgeving van de vestigingslocatie heeft enerzijds betrekking op mogelijke beschadiging van materialen ten gevolge van corrosie en anderzijds op het plotseling moeten ontruimen van de inrichting.

Corrosie is een langzaam in de tijd verlopend proces waartegen maatregelen worden genomen middels inspecties en onderhoud. De gevolgen van ontruiming zijn samengevat in paragraaf 11.2.2.14 onder onbedoelde verwaarlozing.

11.2.2.13 Neerstortend vliegtuig

Het afvalverwerkingsgebouw is niet bestand tegen de belastingen die veroorzaakt worden door een neerstortend vliegtuig. Ernstige schade kan dan ook optreden bij het neerstorten van militaire of grote verkeersvliegtuigen, in combinatie met het optreden van een kerosinebrand.

De gevolgen van het neerstorten van een vliegtuig zijn nader geanalyseerd, waarbij naar voren is gekomen dat tengevolge van dat ongeval maximaal $5 \cdot 10^{11}$ Bq wordt geloosd, waarvan $8 \cdot 10^7$ Bq alfastralers. De berekende individuele risico's hiervan zijn aangegeven in paragraaf 11.5.

11.2.2.14 Onbedoelde verwaarlozing

In hoofdstuk 4 is ingegaan op het aspect "onbedoelde verwaarlozing". Bij een onmiddellijke ontruiming tijdens de verwerking van radioactief afval, zoals verbranden en persen, dienen de primaire veiligheidsfuncties, F1 t/m F4 (zie hoofdstuk 4) verzekerd te zijn.

In de voorgaande paragrafen is aangegeven dat deze veiligheidsfuncties niet afhankelijk zijn van de aanwezigheid van personeel en dat verwerkingshandelingen automatisch via het automatiseringssysteem worden beëindigd.

Ten gevolge van ontruiming treden dan ook geen additionale emissies op ten opzichte van de normale bedrijfsemissies.

11.3 Opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval

11.3.1 Overzicht ontwerpgebeurtenissen

In hoofdstuk 6 is aangegeven, dat tijdens de opslag van het afval twee barrières aanwezig zijn die lozing van radioactieve produkten naar de omgeving voorkomen. Voor de opslaggebouwen is, op grond van dit uitgangspunt, de insluiting van radioactief afval onder normale bedrijfsomstandigheden, storingen en ongevallen, verzekerd. Bij een aantal ontwerpgebeurtenissen van de categorie 3 en 4 (zie hoofdstuk 4) kan de insluiting niet verzekerd worden en kunnen emissies van radioactieve produkten naar de omgeving optreden.

De containers met splijtstofelementen, die tijdelijk in een LOG worden opgeslagen, zijn wel bestand tegen ongevallen van categorie 3 en 4. Uit deze containers treden derhalve geen emissies op. De emissies die optreden uit een LOG bij tijdelijke opslag van containers met verarmd uraniumoxide of niet te verwerken laag- en middelradioactief afval zijn in het navolgende vermeld bij de COG's en VOG's.

In tabel 11.3.1 zijn de belangrijkste ontwerpgebeurtenissen aangegeven. De consequenties van deze gebeurtenissen zijn beschreven in paragraaf 11.3.2.

Tabel 11.3.1 Overzicht van de belangrijkste ontwerpgebeurtenissen

Behandeld in par. 11.3.2	Gebeurtenis	Ontwerpgebeurtenis categorie
1	Mechanische beschadiging van vaten en containers	3
2	Overstromingen	4
3	Aardbevingen	4
4	Windhozen	4
5	Gaswolkexplosies	4
6	Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen	4
7	Neerstortend vliegtuig (gevolgd door brand)	4

11.3.2 Consequenties ontwerpgebeurtenissen

11.3.2.1 Mechanische beschadiging

De constructie van de vaten en containers met radioactief afval zorgt er voor, dat uit een vat geen radioactieve produkten kunnen vrijkomen. Uitsluitend in geval de toelaatbare valhoogte bij opslag wordt overschreden kan lekkage optreden. Dit leidt tot een lokale besmetting die moet worden opgeruimd.

De mogelijk vrijkomende radioactieve produkten blijven hierbij binnen de gebouwen en zullen geen significante emissies naar de omgeving veroorzaken ten opzichte van de reeds bij normaal bedrijf optredende emissies.

11.3.2.2 Overstromingen

De opslaggebouwen zijn niet ontworpen voor de gevolgen van een overstroming van het terrein. Indien een overstroming optreedt, komen de vaten en containers met radioactief afval in contact met water. Gedurende de tijd dat de overstroming optreedt, is het mogelijk dat een gedeelte van de aanwezige radioactieve produkten middels uitloging door het water wordt opgenomen en afgevoerd wordt naar het oppervlaktewater. De gevolgen van dit ongeval zijn voor alle gebouwen, die niet beschermd zijn tegen een overstroming tezamen geanalyseerd. Hiertoe behoren het AVG, de LOG's, COG's en VOG's. Als maximaal overstromingsniveau is uitgegaan van het nucleaire ontwerppeil (zie hoofdstuk 4).

In totaal wordt bij dit ongeval circa $5 \cdot 10^9$ Bq geloosd naar het oppervlaktewater. De individuele risico's van dit ongeval, uitgaande van consumptie van vis en schaaldieren die zich in het geloosde water hebben bevonden, zijn aangegeven in paragraaf 11.5.

11.3.2.3 Aardbevingen

De opslaggebouwen zijn niet expliciet ontworpen voor de belastingen, die veroorzaakt worden door de maximaal te verwachten aardbeving op de vestigingslocatie (zie hoofdstuk 4). Bij het optreden van een dergelijke aardbeving wordt echter niet verwacht dat aanmerkelijke schade aan de gebouwen en de verpakkingen met radioactief afval zal ontstaan. De gevolgen van dit ongeval zijn niet nader geanalyseerd, omdat deze geringer zullen zijn dan beschadiging tengevolge van een gaswolkexplosie of een neerstortend vliegtuig, in combinatie met een brand. Deze ongevallen zijn beschreven in paragraaf 11.3.2.5 en 11.3.2.7.

11.3.2.4 Windhozen

Gelet op het geringe risico dat ontstaat bij beschadiging van de opslaggebouwen bij een gaswolkexplosie (zie 11.3.2.5) is het niet noodzakelijk de opslaggebouwen te ontwerpen voor de belastingen die veroorzaakt worden door een windhoos (zie hoofdstuk 4). Bij het optreden van een windhoos kan schade aan deze gebouwen en de daarin opgeslagen vaten en containers ontstaan.

De gevolgen van dit ongeval zijn niet nader geanalyseerd, aangezien de mate van beschadiging ten gevolge van een gaswolkexplosie of een neerstortend vliegtuig, in combinatie met een brand, groter zal zijn dan bij een windhoos. Deze ongevallen, met ernstigere consequenties voor de omgeving, zijn beschreven in paragraaf 11.3.2.5 en 11.3.2.7.

11.3.2.5 Gaswolkexplosie

De gevolgen van de maximaal te verwachten gaswolkexplosie op de vestigingslokatie zijn nader geanalyseerd, waarbij de invloed van dit ongeval op de opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval die zich langs een terreingrens bevinden in beschouwing zijn genomen (zie par. 11.2.2.11). De berekende individuele risico's ten gevolge van het vrijkomen van radioactieve produkten door dit ongeval zijn opgenomen in paragraaf 11.5.

11.3.2.6 Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen

Het vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen in de omgeving van de vestigingslokatie heeft enerzijds betrekking op mogelijke beschadiging van materialen ten gevolge van corrosie en anderzijds op het plotseling moeten ontruimen van de inrichting.

Corrosie is een in de tijd langzaam verlopend proces waartegen maatregelen worden genomen middels inspecties en onderhoud.

Het plotseling moeten ontruimen van de inrichting heeft geen invloed op de veiligheid aangezien de primaire veiligheidsfuncties F1 t/m F4 (zie hoofdstuk 6) niet afhankelijk zijn van de aanwezigheid van personeel en de werking van mechanische en elektrische systemen.

11.3.2.7 Neerstortend vliegtuig

De opslaggebouwen zijn niet bestand tegen de belastingen, die veroorzaakt worden door een neerstortend vliegtuig. Ernstige schade kan dan ook optreden bij het neerstorten van militaire of grote verkeersvliegtuigen, in combinatie met een kerosinebrand.

De gevolgen van het neerstorten van een vliegtuig op een LOG, VOG of COG zijn nader geanalyseerd.

Op basis van een vergelijking van de optredende emissie uit deze gebouwen met die uit het AVG ten gevolge van het neerstorten van een vliegtuig is geconcludeerd dat het maximale individuele risico ten gevolge van het neerstorten op een opslaggebouw verwaarloosbaar is ten opzichte van het neerstorten op het AVG. Deze risico's zijn weergegeven in paragraaf 11.5.

11.4 Hoogradioactief Afval Behandelings- en OpslagGebouw (HABOG)

11.4.1 Overzicht ontwerpgebeurtenissen

In hoofdstuk 7 is aangegeven, dat tenminste twee barrières aanwezig zijn, die lozing van radioactieve produkten naar de omgeving voorkomen. Bij het ontwerp van de opslagfaciliteit voor hoogradioactief afval is er van uitgegaan, dat onder alle omstandigheden minstens één barrière intact zal dienen te blijven. In de hierna beschreven veiligheidsanalyses zal dit voor de belangrijkste ontwerpgebeurtenissen nader worden aangegeven.

In tabel 11.4.1 zijn de belangrijkste ontwerpgebeurtenissen aangegeven. De consequenties van deze gebeurtenissen zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.

11.4.2 Consequenties ontwerpgebeurtenissen

11.4.2.1 Blokkade van het natuurlijke ventilatiesysteem

De blokkade van het natuurlijk ventilatiesysteem betreft een gepostuleerd ongeval dat tot stand zou kunnen komen door ernstige vervuiling van de elektrostatische (stof)filters in de luchttoe-voeropeningen naar de opslagcompartimenten met warmteproducerend afval. Zolang een deel van de toevoeropeningen beschikbaar blijft voor toetreding van lucht is de koeling van het afval verzekerd.

Uitgangspunt hierbij is dat de geldende limiettemperaturen van het afval en de betonconstructies van de ruimten niet worden overschreden (zie tabel 11.4.2).

Bij een volledige blokkade van het ventilatiesysteem dient deze blokkade opgeheven te worden. De inlaatopeningen van de compartimenten zijn met elkaar verbonden en er zijn voorzieningen aanwezig om de ventilatielucht, buiten de elektrostatische filters om, rechtstreeks naar de opslagcompartimenten te voeren.

Tabel 11.4.1 Overzicht van de belangrijkste ontwerpgebeurtenissen

Behandeld in par. 11.4.2:	Gebeurtenis	Ontwerpge- beurtenis categorie
1	Blokkade in natuurlijk ventilatiesysteem van de opslagcompartimenten met warmteproducerend afval	4
2	(Langdurig) verlies van het mechanische ventilatiesysteem	3
3	(Langdurig) verlies van de elektrische energie-voorziening	3
4	Mechanisch falen van hijsmiddelen	3
	Mechanische beschadiging van - de transportcontainer, - een splijtstofelement, KSA-canister, HAVA-collo - het containment/ opslag-compartiment	3
5	Verlies van de insluiting tijdens opslag van: - een splijtstofelement, KSA-canister, HAVA-collo - het containment/opslagcompartiment	3
6	Brand in de installatie	3
7	Explosie binnen het gebouw	4
8	Overstromingen	4
9	Aardbevingen	4
10	Windhozen	4
11	Gaswolkexplosie	4
12	Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen	4
13	Neerstortend vliegtuig (gevolgd door brand)	4
14	Onbedoelde verwaarlozing van installaties	4
15	Kritikaliteit	4

Uit berekening is gebleken dat zelfs bij 95% blokkade van de luchttoevoer de limiettemperatuur voor het afval niet bereikt kan worden. Ook de limiettemperatuur van de betonconstructie wordt niet overschreden. Dankzij de aanwezige wapening in de constructie behoeft, bij de optredende temperaturen geen ernstige scheurvorming te worden verwacht die aanleiding zou kunnen geven tot beschadiging van de betonconstructie en verhoging van de stralingsniveaus boven de laadvloer in de laadruimte.

Een overeenkomstige berekening is uitgevoerd voor het geval de luchtafvoer zou worden belemmerd door bezwijken van de schoorstenen op de opslagcompartimenten door externe invloeden. Ook in deze situatie

blijven de optredende temperaturen beneden de toegestane limiettemperaturen.

Tabel 11.4.2.1 Limiettemperatuur (in °C) bij opslag van warmteproducerend hoogradioactief afval (ongevallen)

	Limiettemperatuur (°C)
KSA (in centrum canisters)	610
Splijststofelementen (bekleding)	425
Betonconstructies	180

11.4.2.2 Verlies van het mechanische ventilatiesysteem

Ontvangsthal

In de ontvangsthal verzorgt het ventilatiesysteem de afvoer van de uitlaatgassen van transportmiddelen en van de vrijkomende warmte van transportcontainers met warmteproducerend afval. Indien de ventilatie zou uitvallen loopt de temperatuur in de ontvangsthal langzaam iets op. De afvoer van de vrijkomende warmte van de transportcontainer vindt dan plaats via geleiding door de buitenwanden en het dak van de ontvangsthal. Extra warmteafvoer is mogelijk door de toegangsdeuren van de ontvangsthal te openen.

Een overeenkomstige situatie kan zich voordoen in de sluis. In de sluis is de container nog voorzien van een deksel zodat bij uitval van de ventilatie de container, na het aandraaien van de bouten van het deksel, naar de ontvangsthal kan worden getransporteerd, danwel de deuren naar de ontvangsthal kunnen worden geopend, ten behoeve van de afvoer van warmte.

Verpakkingsruimte

In de verpakkingsruimte wordt voornamelijk afval verpakt met een geringe warmteproductie, waaronder de splijststofelementen van onderzoeksreactoren. De warmteproductie van deze elementen is gering, zodat bij volledige uitval van het ventilatiesysteem de afvoer van warmte verzekerd is via de wanden, vloeren en deuren van de ruimte. In het geval de ventilatie zou uitvallen bij aanwezigheid van een canister met kernsplijtingsafval (KSA) die in de verpakkingsruimte overgepakt zou moeten worden, kan ten behoeve van extra warmteafvoer de transportopening naar de ontlaadruimte geopend worden.

Ontlaadruimte

Onderzocht is wat de gevolgen zijn van het verlies van de ventilatie in de ontlaadruimte, wanneer zich daar een volledig met kernsplijtingsafval

(KSA) gevulde transportcontainer bevindt en het deksel van de container is verwijderd. Een dergelijke container heeft een relatief hoge warmteproductie van circa 42 kW.

Uit berekening is gebleken dat, wanneer geen maatregelen worden genomen, na enige maanden een evenwichtssituatie wordt bereikt, waarbij de temperatuur van het KSA circa 430°C bedraagt. De limiettemperatuur voor het KSA (zie paragraaf 11.4.2.1) wordt derhalve niet overschreden.

Bovendien kunnen binnen deze periode corrigerende maatregelen worden genomen, zoals herstel van de ventilatie danwel het sluiten van het deksel en het verwijderen van de transportcontainer uit de ontlaadruimte.

Opslagruimten

Het uitvallen van het ventilatiesysteem in de opslagcompartimenten voor niet-warmteproducerend hoogradioactief afval heeft geen consequenties voor de integriteit van de vaten met dit afval aangezien het ventilatiesysteem niet noodzakelijk is voor de afvoer van vrijkomende warmte.

De vrijkomende hoeveelheid waterstofgas kan rechtstreeks naar de schoorsteen worden afgevoerd en is zo gering, dat zelfs bij stagnatie van deze afvoer pas na enige jaren een overschrijding van de maximaal toelaatbare waterstofconcentratie (circa 4%) in de opslagcompartimenten zou kunnen optreden. Binnen deze periode kunnen corrigerende maatregelen worden genomen, waardoor de waterstofconcentratie wordt beperkt.

11.4.2.3 Verlies van de elektrische energievoorziening

Bij uitval van de externe elektriciteitsvoorziening worden de essentiële elektrische componenten op de noodstroomvoorziening aangesloten. Dit betreft ondermeer de ventilatie en de hijsvoorzieningen van de ontlaadruimte en de verpakkingsruimte, de voor de veiligheid van belang zijnde instrumentatie en de noodverlichting.

Alle niet direct voor de veiligheid van belang zijnde componenten komen in eerste instantie zonder spanning. In tweede instantie kunnen echter alle verbruikers, zoals de kraan in de ontvangsthal, via een procedurele afhandeling naar keuze en na vrijgave van de controlekamer van noodstroom worden voorzien.

De hijsmiddelen reageren failsafe op uitval van de elektrische voeding en kunnen op de noodstroomvoorziening aangesloten worden om handelingen met het afval, na uitval van de elektrische voeding, te kunnen beëindigen.

Indien ook de noodvoeding niet beschikbaar zou zijn, zal het verlies van

het ventilatiesysteem, zoals beschreven in paragraaf 11.4.2.2 niet leiden tot het vrijkomen van radioactieve produkten.

11.4.2.4 Mechanisch falen en mechanische beschadiging

Ontvangsthal

In de ontvangsthal wordt het hoogradioactieve afval in een transportcontainer aangevoerd en met de halkraan op de ontlaadwagen geplaatst.

Het vallen van de transportcontainer van de ontlaadwagen wordt voorkomen door de container op de wagen vast te zetten. Eventuele gelijktijdige bewegingen van de halkraan en de deur naar de transportsluis worden voorkomen door het aanbrengen van vergrendelingen.

De transportcontainer is ontworpen voor een val van 9 meter zonder dat consequenties voor de omgeving optreden. De maximale hijshoogte van de transportcontainer wordt beperkt tot minder dan 9 meter, zodat bij vallen uit de kraan geen beschadiging van de container te verwachten is die tot een lozing van radioactieve produkten zou kunnen leiden.

Verpakkingsruimte

In de verpakkingsruimte wordt hoogradioactief afval, waaronder splijtstofelementen, van een verpakking voorzien. De splijtstofelementen worden hierbij uit de transportcontainer gehesen en in een canister geplaatst om te worden verpakt.

De hijsmiddelen die deze handelingen uitvoeren zijn van een zodanige constructie dat uitgesloten is dat door falen van de grijper de elementen zouden vallen (failsafe). Eventuele foutieve handelingen worden hierbij door ingebouwde vergrendelingen afgedekt. Daarnaast wordt de hijshoogte in de verpakkingsruimte beperkt.

In geval van falen van de hijsmiddelen is het mogelijk om de elementen met behulp van noodvoorzieningen, die van buiten de verpakkingsruimte te bedienen zijn, terug in de transportcontainer te plaatsen en het deksel te sluiten zodat de ruimte voor het verrichten van reparaties toegankelijk wordt.

De verpakkingsruimte is beschermd tegen externe invloeden (zie paragraaf 11.4.2.8 t/m 13), zodat beschadiging van de splijtstofelementen, tengevolge van deze invloeden niet kan optreden.

Ontlaadruimte

In de ontlaadruimte worden de colli met verpakt hoogradioactief afval met behulp van hijsmiddelen uit de transportcontainer verwijderd om na inspectie te worden afgevoerd naar de opslagcompartimenten.

De toegepaste hijsmiddelen, die zijn afgestemd op de aard van de verpakking van de diverse categorieën afval, hebben dezelfde failsafe voorzieningen als die in de verpakkingsruimte. Bovendien worden de hijshoogten in de ontlaadruimte beperkt.

Een beperkt aantal type vaten met niet-warmteproducerend afval kan niet binnen de gespecificeerde maximaal toelaatbare valhoogten uit een transportcontainer worden ontladen. Zou, ondanks de failsafe voorzieningen toch een dergelijk vat uit de grijper vallen, dan is beschadiging van het vat niet uit te sluiten. Afhankelijk van de beschadiging kan het vat worden overgepakt om zeker te stellen, dat er geen verspreiding van de inhoud mogelijk is. Eventueel hierbij vrijkomende luchtgedragen emissies worden in de filters van het ventilatiesysteem ingevangen en leveren geen significante bijdrage aan de emissies die reeds tijdens normaal bedrijf optreden.

De vaten met niet-warmteproducerend afval worden vanuit de ontlaadruimte via een opening in de vloer op de transferwagen geplaatst die voor de schuifdeur van de transporttunnel staat. Dit gebeurt met hetzelfde hijsmiddel dat het vat met afval uit de transportcontainer haalt. Aangezien de hijshoogte groter is dan de toegestane valhoogte van de colli vindt het transport naar de transferwagen plaats over een schokdemper.

De ontlaadruimte is beschermd tegen externe invloeden, zoals een neerstortend vliegtuig, zodat beschadiging van het afval tengevolge van deze invloeden niet kan optreden.

Opslagcompartimenten voor warmteproducerend hoogradioactief afval

In de opslagcompartimenten is het warmteproducerend afval opgeslagen in containments. De canisters met het afval worden met een transferwagen vanuit de ontlaadruimte via een afschermdeur naar de laadruimte boven de containments getransporteerd. Eventuele gelijktijdige bewegingen van de kranen in de ontlaadruimte en de laadruimte, de transferwagen en de afschermdeur naar de laadruimte, worden hierbij voorkomen door het aanbrengen van vergrendelingen.

Met behulp van een laadkraan worden de canisters in de containments geplaatst. Gelijktijdige bewegingen van de kraan in horizontale richting en de grijper in verticale richting wordt hierbij voorkomen door ingebouwde vergrendelingen.

In het geval dat de laadkraan niet funktioneert is het mogelijk om een canister met behulp van noodvoorzieningen, die van buiten de laadruimte te bedienen zijn, op de transferwagen te plaatsen, de grijper te openen en de canister naar de ontlaadruimte te brengen waarna de laadkraan in de laadruimte voor reparatie toegankelijk is.

Naast deze voorzieningen worden de hijshoogten van canisters beperkt tot de gespecificeerde maximaal toelaatbare valhoogten. De constructie van de containments en de schokdempers onder de opslagposities verzekeren daarnaast, dat de integriteit van de containments en de canisters bij een val niet wordt aangetast, zodat geen emissies kunnen plaatsvinden.

De laadruimte en de opslagcompartimenten zijn beschermd tegen externe invloeden (zie paragraaf 11.4.2.8 t/m 13), zoals een neerstortend vliegtuig, zodat beschadiging van het afval tijdens het transport in de laadruimte en tijdens opslag niet kan plaatsvinden.

Opslagcompartimenten voor niet-warmteproducerend hoogradioactief afval
In de opslagcompartimenten wordt het niet-warmteproducerend afval gestapeld opgeslagen. De hoogte van de stapeling is afhankelijk van het soort afval.

De hijshoogte van de colli is tijdens het transport en opslag van het afval beperkt. Zo verloopt de vloer vanaf het niveau van de opening in het plafond van de transporttunnel naar de opslagvloer trapsgewijs om het hoogteverschil waarover een vat verplaatst wordt, te beperken. Foutieve handelingen worden daarnaast door ingebouwde vergrendelingen voorkomen.

Zou, ondanks de failsafe voorzieningen, toch een vat uit de kraan vallen, dan is beschadiging van het vat niet uit te sluiten. Afhankelijk van de beschadiging kan het vat worden overgepakt om zeker te stellen, dat er geen verspreiding van de inhoud mogelijk is. Eventueel hierbij vrijkomende luchtgedragen emissies worden in de filters van het ventilatiesysteem ingevangen en leveren geen significante bijdrage aan de emissies die reeds tijdens normaal bedrijf optreden.

Indien de kraan niet funktioneert, kan het afval met noodaan-drijvingen, welke buiten de opslagcompartimenten te bedienen zijn, terug op de transferwagen worden geplaatst en kan de opening in het plafond van de transporttunnel gesloten worden. De opslagcompartimenten zijn beschermd tegen externe invloeden (zie paragraaf 11.4.2.8 t/m 13), zoals een neerstortend vliegtuig, zodat beschadiging van het afval tijdens transport en opslag niet kan plaatsvinden.

11.4.2.5 Verlies van de insluiting

Warmteproducerend hoogradioactief afval

Gezien de relatief lange opslagduur van het afval is het denkbaar dat op termijn de insluitende eigenschappen van de containments en de canisters achteruitgaan.

Voorzieningen worden getroffen om de integriteit van de canisters in een

containment te bewaken door middel van periodieke controle van de druk en monsternames van de atmosfeer in de containments. Op deze wijze kan worden geconstateerd of canisters danwel containments na verloop van tijd emissies vertonen.

Indien door contaminatie van de atmosfeer geconstateerd wordt, dat uit een van de canisters radioactieve stoffen zijn vrijgekomen, kan door middel van opeenvolgende plaatsing van canisters in reserve containments worden bepaald welk canister dit betreft. Deze canister kan vervolgens in de ontlaadruimte danwel verpakingsruimte van een extra verpakking worden voorzien en in een reservecontainment worden geplaatst. Indien door verandering van de druk geconstateerd wordt dat een containment lek is geraakt, kan dit containment worden vervangen of buiten gebruik worden gesteld.

In een uitzonderlijke situatie, waarbij reparaties aan een containment of opslagcompartiment zouden moeten worden verricht, kan een volledig compartiment worden ontruimd. De canisters worden dan naar een ander compartiment overgebracht. Het leeggehaalde compartiment kan vervolgens betreden worden voor het uitvoeren van inspecties en eventueel noodzakelijke werkzaamheden.

Niet-warmteproducerend hoogradioactief afval

Bij opslag van niet-warmteproducerend hoogradioactief afval kan door middel van bemonstering van de circulatielucht worden gecontroleerd of de vaten na verloop van tijd tot verhoogde emissies aanleiding geven. De defekte vaten kunnen vervolgens worden overgebracht naar de ontlaadruimte of verpakingsruimte, waar ze van een extra verpakking worden voorzien.

Bij beperkte lekkage kan niet geconstateerd worden welk vat het betreft en kan afhankelijk van de optredende emissie besloten worden de ventilatielucht via de filters van het mechanische ventilatiesysteem af te voeren.

In een uitzonderlijke situatie, als er reparaties aan de opslagcompartimenten moeten worden verricht, kan een volledig compartiment worden ontruimd. De vaten worden dan naar een ander compartiment overgebracht. Daarna kan het compartiment worden betreden voor het uitvoeren van inspecties en eventueel noodzakelijke werkzaamheden.

11.4.2.6 Brand in de installatie

Het gebouw voor behandeling en opslag van hoogradioactief afval bevat weinig brandbare materialen. Elektrische kabels, schakelkasten, het noodstroomaggregaat met bijbehorende brandstoftank en de transportmiddelen in de ontvangsthal, vormen de belangrijkste potentiële

bron voor brand.

De ruimten met elektrische installaties in het gebouw zijn brandwerend uitgevoerd en voorzien van branddetectie, waarbij melding plaatsvindt naar de controlekamer in het gebouw, het brandmeldpaneel bij de toegang tot het gebouw en een verzamelmelding naar de centrale controlekamer in het AVG.

Bij aanspreken van een brandmelder wordt de daarbij behorende ruimte of gebouwsectie ventilatietechnisch geïsoleerd. Het blussen van de gemelde brand kan dan met de in het gebouw aanwezige brandblusmiddelen plaatsvinden.

De ruimte waarin het noodstroomaggregaat is geplaatst, is van een brandbestrijdingsinstallatie voorzien. Mogelijk optredende branden van transportmiddelen in de ontvangsthal kunnen middels het hydrantennetwerk van het terrein worden bestreden.

In de opslagruimten met niet-warmteproducerend hoogradioactief afval bevinden zich ook stalen vaten met bitumen als immobilisatiematrix. Bitumen is in principe een brandgevaarlijk materiaal. De temperatuur waarbij het bitumen kan branden is circa 260°C (vlampunt) en de temperatuur waarbij het materiaal spontaan tot ontbranding komt, bedraagt circa 340°C.

Situaties binnen het gebouw, waarbij het bitumen deze temperaturen zou kunnen bereiken, treden zelfs bij uitval van het ventilatiesysteem, niet op.

11.4.2.7 Explosie binnen het gebouw

De ruimten voor behandeling en opslag van hoogradioactief afval bevatten geen explosieve of ontvlambare gassen.

Ruimten waarin zich deze gassen zouden kunnen verzamelen zoals de toegangscontrole (telgassen) en de ruimte met het noodstroomdieselaggregaat worden afdoende geventileerd. De ontvangsthal wordt eveneens geventileerd teneinde te hoge concentraties van ontvlambare gassen tengevolge van de aanwezigheid van transportmiddelen te voorkomen. Tijdens het transport naar de sluis is procedureel vastgelegd, dat geen motorvoertuig in de ontvangsthal aanwezig zal zijn.

In de opslagruimten met niet-warmteproducerend hoogradioactief afval komt waterstofgas vrij. Dit waterstofgas wordt rechtstreeks afgevoerd naar de schoorsteen. De waterstofproductie is zo gering, dat zelfs bij een langdurige blokkering van de luchtafvoer geen ontvlambaar of explosief mengsel in de opslagruimte kan ontstaan (zie ook paragraaf 11.4.2.2).

De gevolgen van het vrijkomen van een explosief gasmengsel in de omgeving dat via verspreiding in het gebouw alsnog tot explosie aanleiding zou kunnen geven zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.11.

11.4.2.8 Overstromingen

Het optreden van overstromingen op de vestigingsplaats kan tot gevolg hebben dat zowel de externe elektriciteitsvoorziening uitvalt als water door deuropeningen naar binnen dringt.

De gevolgen van verlies van de elektrische energievoorziening zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.3. Het noodstroomaggregaat en de essentiële schakelapparatuur zijn boven het maximale overstromingsniveau opgesteld, waardoor zelfs bij een overstroming handelingen met het hoogradioactief afval kunnen worden beëindigd en het afval veilig kan worden opgeslagen.

De behandelingsruimten en opslagruimten voor hoogradioactief afval zijn ontworpen voor een overstromingsniveau, overeenkomend met het nucleaire ontwerppeil. Hierbij is rekening gehouden met optredende golfreflectie op de gevels van het gebouw.

De stabiliteit van het gebouw wordt verzekerd door rond het gebouw een bodembescherming aan te brengen teneinde onderspoeling te voorkomen (zie paragraaf 4.3.3).

De behandelingsruimten in het gebouw zijn gesitueerd op een zodanig niveau, dat bij het optreden van het nucleaire ontwerppeil en de aanwezigheid van een geopende transportcontainer geen water in de container en de behandelingsruimten kan komen.

Aangezien het hoogradioactief afval via de behandelingsruimten naar de opslagruimten wordt getransporteerd, kan via deze weg geen water in de opslagruimten treden.

De opslagruimten zijn voorzien van waterdichte betonnen wanden en vloeren, teneinde waterindringing te voorkomen. De inlaatopeningen voor de natuurlijke ventilatie van de opslagcompartimenten met warmteproducerend afval bevinden zich boven het nucleair ontwerppeil. Aangezien de transporttunnel naar de opslagcompartimenten met niet-warmteproducerend afval voor inspectie vanaf de begane grond toegankelijk is, is procedureel vastgelegd, dat er geen vat met afval in de tunnel naar de opslagbunkers aanwezig is als overstroming van de vestigingslocatie wordt verwacht.

11.4.2.9 Aardbevingen

Het optreden van aardbevingen op de vestigingslocatie kan tot gevolg hebben, dat de externe elektriciteitsvoorziening uitvalt, de koelende functie van het natuurlijk ventilatiesysteem wordt beïnvloed en ten gevolge van geïnduceerde trillingen schade optreedt aan gebouwen en installaties.

De gevolgen van het verlies van de externe elektrische energievoorziening zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.3.

De gevolgen voor het natuurlijke ventilatiesysteem van de opslagcompartimenten voor warmteproducerend afval ten gevolge van verlies van de schoorstenen, zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.1.

De behandelingsruimten en opslagruimten voor hoogradioactief afval zijn, met uitzondering van de schoorstenen, ontworpen voor de maximale aardbeving (referentie-aardbeving), die op de vestigingslocatie kan worden verwacht. Schade aan deze ruimten ten gevolge van een aardbeving kan hiermee worden voorkomen.

Voor zover installatiedelen tijdens of na een aardbeving dienen te functioneren, danwel niet mogen falen, teneinde de primaire veiligheidsfuncties te waarborgen, F1 t/m F4 (zie hoofdstuk 7), worden deze zodanig ontworpen, dat deze bestand zijn tegen de geïnduceerde versnellingen ten gevolge van de referentie-aardbeving.

Voorbeelden hiervan zijn de hijsvoorzieningen in de ontlaadruimte, in de verpakingsruimte en in de opslagruimten, alsmede de stralingsafschermende deuren.

De wijze van stapelen van vaten met niet-warmteproducerend afval en de getroffen voorzieningen in de opslagcompartimenten met warmteproducerend afval zijn zodanig, dat het afval tijdens een aardbeving niet in die mate beschadigd kan worden, dat dit tot emissies aanleiding geeft, die uitgaan boven de emissies die reeds bij normaal bedrijf optreden.

11.4.2.10 Windhozen

Het optreden van windhozen op de vestigingslocatie kan tot gevolg hebben, dat zowel de externe elektriciteitsvoorziening uitvalt, de koelende functie van het natuurlijke ventilatiesysteem tijdelijk wordt beïnvloed en schade aan gebouwen en installaties optreedt.

De gevolgen van het verlies van de elektrische energievoorziening zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.3.

De gevolgen voor het natuurlijk ventilatiesysteem, ten gevolge van verlies van de schoorstenen, zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.1.

De behandelingsruimten en opslagruimten voor hoogradioactief afval zijn, met uitzondering van de schoorstenen, ontworpen voor de maximale windhoos (ontwerp-windhoos), die op de vestigingslocatie kan worden verwacht. Schade aan deze ruimten, ten gevolge van een windhoos, kan hiermee worden voorkomen.

11.4.2.11 Gaswolkexplosie

Het optreden van een gaswolkexplosie in de omgeving van de vestigingslokatie of op het terrein kan tot gevolg hebben, dat zowel de externe elektriciteitsvoorziening uitvalt als dat er schade aan gebouwen en installaties optreedt.

De gevolgen van het verlies van de elektrische energievoorziening zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.3.

De behandelingsruimten en opslagruimten voor hoogradioactief afval zijn, met uitzondering van de schoorstenen, ontworpen voor de maximaal te verwachten gaswolkexplosie. Schade aan deze ruimten ten gevolge van een externe gaswolkexplosie kan hiermee worden voorkomen.

De opslagcompartimenten voor warmteproducerend hoogradioactief afval zijn ten behoeve van koeling voorzien van grote luchtinlaatopeningen. Het is derhalve niet uit te sluiten, dat bij een dergelijk incident een explosief mengsel binnen de opslag-compartimenten zou kunnen komen.

Onderzocht is of ontsteking van een explosief mengsel, dat zich binnen de opslagcompartimenten bevindt, mogelijk is. Geconcludeerd is, dat de oppervlaktetemperaturen in de opslagcompartimenten niet hoog genoeg zijn om tot een ontsteking van de gaswolk aanleiding te kunnen geven. Daarnaast zijn geen ongevallen bekend die aangeven dat de electrostatische filters in de luchtinlaten een gaswolk zouden kunnen ontsteken.

De verspreiding van gassen in het gebouw wordt voorkomen doordat het mechanisch ventilatiesysteem is voorzien van een gasdetector. De ventilatie kan worden uitgeschakeld en de luchtinlaat- en luchtuitlaatopeningen kunnen worden gesloten.

11.4.2.12 Vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen

Het vrijkomen van toxische en/of corrosieve stoffen in de omgeving van de vestigingslokatie heeft enerzijds betrekking op mogelijke beschadiging van materialen ten gevolge van corrosie en anderzijds op het plotseling moeten ontruimen van de inrichting.

De gevolgen van mogelijke beschadiging van de insluiting zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.5. De gevolgen van de afwezigheid van personeel zijn samengevat in paragraaf 11.4.2.14 onder onbedoelde verwaarlozing.

11.4.2.13 Neerstortend vliegtuig

Het neerstorten van een vliegtuig op of in de nabijheid van de opslagfaciliteit voor hoogradioactief afval kan tot gevolg hebben, dat zowel de externe elektriciteitsvoorziening uitvalt als schade aan gebouwen en installaties optreedt ten gevolge van de directe impact van het vliegtuig, geïnduceerde versnellingen, het uitbreken van brandstofbranden en de invloed van gefragmenteerde wrakstukken.

De gevolgen van het verlies van de elektrische energievoorziening zijn beschreven in paragraaf 11.4.2.3.

De behandelingsruimten en opslagruimten voor hoogradioactief afval zijn, met uitzondering van de schoorstenen, bestand tegen het neerstorten van een militair gevechtsvliegtuig van het type F-16 (zie hoofdstuk 4). Schade aan deze ruimten, ten gevolge van het neerstorten van een vliegtuig, kan hiermee echter niet volledig worden voorkomen, aangezien lokaal scheurvorming en deformatie van constructies kan optreden.

Door constructieve maatregelen, zoals de keuze van de afmetingen van betonconstructies en het toepassen van een adequate wapening, wordt echter verzekerd, dat de vervormingen van constructies zodanig beperkt blijven, dat geen schade ontstaat aan het hoogradioactief afval. Hiermee blijft tenminste de eerste barrière tegen het vrijkomen van radioactieve producten in stand.

Beperking van de optredende vervormingen houdt tevens in, dat de optredende scheurwijdtes in betonconstructies beperkt blijven, zodat geen ontoelaatbare verhoging van het dosistempo ten gevolge van directe straling aan de terreingrens kan optreden en brandende kerosine niet binnen het gebouw kan geraken.

Voor zover installatiedelen tijdens en na het optreden van een vliegtuigongeval dienen te functioneren, danwel niet mogen falen om de primaire veiligheidsfuncties F1 t/m F4 niet in gevaar te brengen, (zie hoofdstuk 7) worden deze zodanig ontworpen, dat deze bestand zijn tegen de geïnduceerde trillingen ten gevolge van een neerstortend militair gevechtsvliegtuig van het type F-16. Voorbeelden hiervan zijn de hijsvoorzieningen in de ontladruimte en de verpakkingsruimte en in de opslagruimten en de stralingsafschermende deuren.

Lokale beschadigingen van bijvoorbeeld kraanbanen ten gevolge van de directe impact van het vliegtuig ter plaatse van de kraanbaan kunnen het hierbij noodzakelijk maken om reparaties uit te voeren, alvorens hijsmiddelen opnieuw kunnen worden gebruikt.

In hoofdstuk 4 is aangegeven dat het denkbaar is dat zwaardere militaire vliegtuigen, met een belasting die uitgaat boven die van de veronderstelde

impact van een F-16, op het gebouw zouden kunnen neerstorten. De consequenties van dit ongeval zijn beschreven in paragraaf 11.6.

11.4.2.14 Onbedoelde verwaarlozing

In hoofdstuk 4 is ingegaan op het aspect "onbedoelde verwaarlozing". Bij een eventuele ontruiming tijdens het uitvoeren van handelingen in de behandelingsruimten dienen de primaire veiligheidsfuncties F1 t/m F4 verzekerd te zijn.

In de voorgaande paragrafen is aangegeven, dat deze veiligheidsfuncties niet afhankelijk zijn van de aanwezigheid van personeel en de werking van mechanische en elektrische systemen.

11.4.2.15 Kritikaliteit

In hoofdstuk 7 is aangegeven, dat door keuze van de opslaggeometrie en de toegepaste materialen wordt verzekgesteld, dat kritikaliteit niet kan optreden tijdens storingen en ongevallen bij opslag van hoogradioactief afval.

11.5 Individuele risico's

In het navolgende wordt ingegaan op de individuele risico's voor volwassenen tengevolge van emissies naar het oppervlaktewater en de atmosfeer bij de belangrijkste (maatgevende) ongevallen.

De risico's die verbonden zijn aan het vrijkomen van directe straling zijn niet nader beschreven aangezien door het nemen van maatregelen na ongevallen voorkomen wordt dat personen zouden worden blootgesteld aan directe straling.

De berekende risico's worden aangegeven als conditionele risico's, waarbij geen rekening wordt gehouden met de kans van optreden van een ongeval en als onconditioneel risico. Het onconditioneel risico is berekend door het conditionele risico met de kans van optreden van het beschouwde ongeval te vermenigvuldigen.

De maatgevende ongevallen met betrekking tot optredende risico's voor de omgeving zijn beschreven in de voorgaande paragrafen en zijn geselecteerd aan de hand van de berekende emissies voor alle geanalyseerde ongevallen (zie tabel 11.5.1 t/m 11.5.3). Deze selectie heeft plaatsgevonden op basis van een vergelijking van de geëmitteerde activiteit in verschillende nuclidengroepen, waarbij de geloosde activiteit is omgerekend naar radiotoxiciteitseenheden (Re).

Tabel 11.5.1 Overzicht van geanalyseerde storingen en ongevallen bij de verwerking van laag- en middelradioactief afval in het afvalverwerkingsgebouw (voorgenomen activiteit) met de kans van optreden

Ongeval kode	Oorzaak	Kans per jaar
AVG 1	Uitval van de rookgasreinigingsinstallatie bij verbranding van alfa-houdende slurries/slib	10^{-1}
AVG 2	Uitval van de rookgasreinigingsinstallatie bij verbranding van kadavers	10^{-1}
AVG 3	Brand in de werkvoorraad organische vloeistoffen	10^{-2}
AVG 4, 4A	Brand in de werkvoorraad vast persbaar afval zonder alfastralers, respectievelijk met alfastralers	10^{-2}
AVG 5, 5A	Brand in de buffervoorraad vast persbaar afval, respectievelijk organische vloeistoffen	$5 \cdot 10^{-3}$
AVG 6, 6A	Brand in de buffervoorraad kadavers en slurries/slib, respectievelijk vast afval van molybdeenproductie	$5 \cdot 10^{-3}$
AVG 7, 7A	Neerstortend vliegtuig waarbij de linker of rechter gebouwvleugel wordt vernietigd	$5 \cdot 10^{-8}$
AVG 8	Gaswolkexplosie	$1 \cdot 10^{-6}$
AVG 9	Overstroming	$1 \cdot 10^{-6}$

Tabel 11.5.2 Overzicht van geanalyseerde storingen en ongevallen bij de opslag van laag- en middelradioactief afval in de opslaggebouwen (voorgenomen activiteit) met de kans van optreden

Ongeval kode	Oorzaak	Kans per jaar
LOG 1/COG 1/VOG 1	Neerstortend vliegtuig	$5 \cdot 10^{-8}$
LOG 2/COG 2/VOG 2	Gaswolkexplosie	$1 \cdot 10^{-6}$
LOG 3/COG 3/VOG 3	Overstroming	$1 \cdot 10^{-6}$

Tabel 11.5.3 Overzicht van geanalyseerde storingen en ongevallen bij behandeling en opslag van hoogradioactief afval (voorgenomen activiteit).

Kode	Oorzaak	Kans van optreden per jaar
H 1	Blokkade in natuurlijk ventilatiesysteem van de opslagcompartimenten met warmteproducerend afval	10^{-4}
H 2	Verlies van het mechanisch ventilatiesysteem	10^{-2}
H 3	Verlies van de elektrische energievoorziening	10^{-2}
H 4	Mechanisch falen van hijsmiddelen, respectievelijk mechanische beschadiging van een transportcontainer, een splijstofelement, een vat of een containment.	10^{-2}
H 5	Verlies van de insluiting	10^{-2}
H 6	Brand in de installatie	10^{-2}
H 7	Explosie binnen het gebouw	10^{-6}
H 8	Overstromingen	10^{-6}
H 9	Aardbevingen	10^{-6}
H 10	Windhozen	10^{-6}
H 11	Gaswolkexplosies	10^{-6}
H 12	Vrijkomen van toxische of corrosieve stoffen	10^{-6}
H 13	Neerstortend vliegtuig	$5 \cdot 10^{-8}$
H 14	Onbedoelde verwaarlozing	n.v.t.
H 15	Kritikaliteit	n.v.t.

Emissies naar de atmosfeer

De individuele risico's tengevolge van emissies naar de atmosfeer bij de maatgevende ongevallen zijn aangegeven in tabel 11.5.4.

Deze ongevallen betreffen:

- AVG2 : Uitval rookgasreiniging bij verbranding van kadavers,
- AVG4A : Brand werkvoorraad vast persbaar afval met alfastralers,
- AVG6A : Brand buffervoorraad vast afval van molybdeenproduktie,
- AVG7A : Neerstortend vliegtuig, gevolgd door brand,
- LOG2/
VOG2/
COG2 : Gaswolkexplosie

Uit tabel 11.5.4 kan worden geconcludeerd dat het totale maximale individuele risico voor volwassenen tengevolge van ongevallen kleiner is dan $1 \cdot 10^{-8}$ per jaar. Het maximale individuele risico treedt ongeveer aan de terreingrens op.

Tabel 11.5.4 Maximale individuele risico buiten de terreingrens tengevolge van luchtgedragen emissies bij de maatgevende ongevallen

Ongeval code	Conditioneel risico volwassenen per jaar	Kans optreden ongeval per jaar	Onconditioneel risico volwassenen per jaar
AVG2	4.10^{-9}	10^{-1}	4.10^{-10}
AVG4A	5.10^{-7}	10^{-2}	5.10^{-9}
AVG6A	8.10^{-7}	5.10^{-3}	4.10^{-9}
AVG7A	4.10^{-5}	5.10^{-8}	2.10^{-12}
LOG2/VOG2/ COG2	2.10^{-6}	1.10^{-6}	2.10^{-12}
Totaal			9.10^{-9}

Emissies naar het oppervlaktewater

Het conditioneel risico tengevolge van emissies naar het oppervlaktewater bij een overstroming bedraagt 5.10^{-11} per jaar. Dit risico is berekend voor de maximale waterhoogte die op de vestigings-lokatie kan optreden waarbij al het laag- en middelradioactief afval dat in het AVG, de LOG's, COG's en VOG's aanwezig is, in aanraking komt met water. De bijbehorende kans van optreden van dit nucleair ontwerppeil bedraagt 10^{-6} per jaar (zie hoofdstuk 4).

11.6 Buiten-ontwerpongevallen

In de voorgaande paragrafen is ingegaan op ontwerpgebeurtenissen met een kans van optreden groter dan 10^{-6} per jaar.

Hoewel de kans op het neerstorten van een vliegtuig op het gebouw voor behandeling en opslag van hoogradioactief afval kleiner is dan 10^{-6} per jaar, is gezien de hieraan verbonden gevolgen voor de omgeving voor het ontwerp van het gebouw uitgegaan van de bescherming tegen een neerstortend militair vliegtuig van het type F-16.

Daarnaast is onderzocht welke consequenties voor de omgeving optreden indien een militair vliegtuig met een hogere massa en snelheid dan de F-16 op het gebouw zou neerstorten. De optredende belastingen van een dergelijk vliegtuig zijn opgenomen in NVR 3.1.

Ten behoeve van de berekening van de optredende stralingsdoses en risico's voor de omgeving is uitgegaan van beschadiging van het hoogradioactief afval, dat zich achter de getroffen wand bevindt. Maatgevend hierbij is beschadiging van het KSA, aangezien splijtstofelementen zich niet achter direct getroffen wanden kunnen bevinden.

Geconcludeerd is, dat het maximale individuele risico voor de groep volwassenen tengevolge van dit ongeval circa 1.10^{-12} per jaar bedraagt en derhalve geen significante bijdrage levert aan het totale risico van de inrichting, zoals aangegeven in paragraaf 11.5.

Referenties

1. Chanin D.I. e.a.: MACCS version 1.5.11.1: A maintenance release of the Code. NUREG/CR-6059, 1993.
2. Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases, IAEA Safety Series no. 57, 1992.
3. Ministerie VROM/SVS: Handleiding "Beleidsstandpunten Stralingshygiëne ten behoeve van vergunningverlening", deel 1 - Reguliere toepassingen, 15 december 1993.

HOOFDSTUK 12 NIET-RADIOLOGISCHE MILIEUASPECTEN

Inhoudsopgave	Pagina
12.1 Algemeen	179
12.2 Luchtverontreiniging	179
12.3 Oppervlaktewaterverontreiniging	180
12.4 Bodem- en grondwaterverontreiniging	180
12.5 Grondwateronttrekking	180
12.6 Brand- en/of explosiegevaar	181
12.7 Geluidshinder	181
12.8 Visuele hinder	181
12.9 Overige hinder aspecten	181

12 NIET-RADIOLOGISCHE MILIEUASPECTEN

12.1 Algemeen

In de voorgaande hoofdstukken is voornamelijk ingegaan op de nucleaire veiligheidsaspecten van de inrichting en de optredende radiologische emissies. Daarbij zijn de maatregelen aangegeven die genomen worden ten aanzien van de bescherming van het personeel, de bevolking en het milieu tegen de effecten van ioniserende straling. In dit hoofdstuk wordt aandacht geschonken aan aspecten van milieuzorg die niet specifiek verbonden zijn aan het vrijkomen van ioniserende straling.

Hoofddoelstellingen van het milieubeleid van COVRA zijn:

- tenminste wordt voldaan aan de krachtens de milieuwetgeving gestelde vergunningsvoorschriften en algemene regels, daarnaast zal waar mogelijk geanticipeerd worden op toekomstige regelgeving,
- de nodige maatschappelijke zorgvuldigheid wordt betracht om eventuele milieu-overlast, voortvloeiend uit de ondernemingsactiviteiten, zo veel als mogelijk te voorkomen c.q. te beperken,
- ten einde een goede relatie met de samenleving te bewerkstelligen is het geven van voorlichting een gepast onderdeel van de bedrijfsactiviteiten,
- jaarlijks vindt een rapportage plaats omtrent het gevoerde milieubeleid, uitkomsten van metingen, registraties en berekeningen met betrekking tot emissies en eventuele incidenten, storingen of ongevallen.

Voor het bereiken van deze doelstellingen wordt een bedrijfsintern Milieuzorgsysteem opgezet waardoor de conventionele milieuzorg in de bedrijfsvoering wordt geïntegreerd.

In het navolgende wordt een globaal overzicht gegeven van de door COVRA opgenomen maatregelen.

12.2 Luchtverontreiniging

Bij de verbranding van radioactief afval in de vloeistof- en kadaveroven komen de verbrandingsgassen SO_2 , CO en NO_x vrij. Bij de behandeling van organische vloeistoffen komen vluchtige organische koolwaterstoffen vrij. Daarnaast worden door de centrale verwarmingsinstallatie en de noodstroomaggregaten fossiele brandstoffen verstoekt die eveneens aanleiding geven tot het vrijkomen van verbrandingsgassen.

Door preventief onderhoud en een optimale instelling van deze verbrandingssystemen wordt de luchtverontreiniging door deze verbrandingsprocessen zo gering mogelijk gehouden. De emissies van de verbrandingsovens worden bovendien beperkt door het gebruik van een rookgasreinigingssysteem.

12.3 Oppervlaktewaterverontreiniging

In de voorgaande hoofdstukken is aangegeven dat lozing van bedrijfsafvalwater, afkomstig van de waterbehandelingsinstallaties, na bemonstering plaatsvindt op de Westerschelde. Dit gebeurt via de lozingsleiding, die uitmondt in de koelwateruitlaat van de NV EPZ.

Ingevolge de vergunning op grond van de Wvo zijn eisen gesteld aan de toelaatbare lozingen van stoffen via deze lozingsleiding. Dit betreft het toegestane gehalte aan monocyclische aromatische koolwaterstoffen, extraheerbaar organische halogenen, zware metalen, het chemisch zuurstofverbruik en onopgeloste bestanddelen.

Sanitair afvalwater wordt niet geloosd op het oppervlaktewater maar vanuit een buffertank periodiek afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie. Hemelwater wordt geloosd op de van Cittershaven. De afvoer van dit systeem wordt afgesloten in geval verontreiniging zou kunnen optreden.

12.4 Bodem- en grondwaterverontreiniging

In hoofdstuk 5, 6 en 7 is aangegeven welke voorzieningen in de gebouwen zijn getroffen om bodem- en grondwaterverontreiniging te voorkomen.

Stoffen die bij lekkage bodemverontreiniging kunnen veroorzaken worden bewaard in goed gesloten, voor de desbetreffende stof geschikte verpakkingen, danwel vaten of tanks.

Op alle plaatsen waar schadelijke stoffen kunnen vrijkomen zijn vloei-stofdichte vloeren en lekbakconstructies aanwezig. Bluswater dat in het AVG zou kunnen vrijkomen wordt opgevangen in de lekbakken van de vloei-stoftanks.

Ondergrondse leidingen, zoals de leidingen van het sanitair afvalwatersysteem zijn uitgevoerd in een vloei-stofdicht en duurzaam materiaal.

12.5 Grondwateronttrekking

Ten behoeve van de bouw van diepgelegen bouwdelen kan het noodzakelijk zijn om een bemaling toe te passen teneinde de watertoetreding tot de bouwput te beperken. Gezien de hoogteligging van de gebouwen wordt verwacht dat deze onttrekkingen slechts lokaal en in beperkte mate noodzakelijk zijn.

12.6 Brand- en/of explosiegevaar

In hoofdstuk 5, 6 en 7 is aangegeven welke voorzieningen zijn getroffen teneinde het brand- en/of explosiegevaar te beheersen.

Stoffen die krachtens de Wet Milieubeheer dienen te worden aangemerkt als gevaarlijke stoffen worden naar soort gescheiden bewaard. De gegevens van deze stoffen worden vastgelegd zodat bekend is waar welke stoffen zijn opgeslagen.

Daarnaast worden eisen gesteld aan het gebruik en de opslag van gecomprimeerde gassen. De flessen waarin deze gassen worden opgeslagen vereisen de goedkeuring van de Dienst voor het Stoomwezen.

De maatregelen die moeten worden genomen bij brand worden vastgelegd in bedrijfsprocedures en het brandbestrijdingsplan dat de goedkeuring vereist van de overheid.

12.7 Geluidshinder

De geluidshinder van de inrichting wordt beperkt door de wanden en daken van de gebouwen. Voor de inrichting zijn toelaatbare equivalente geluidniveau's vastgelegd die voor normale bedrijfsomstandigheden niet mogen worden overschreden.

12.8 Visuele hinder

In het van toepassing zijnde bestemmingsplan heeft de vestigingsplaats de bestemming: opslag van radioactief afval. Het terrein is gelegen in een gebied dat een industriële bestemming heeft. De architectuur en de kleurstelling van de inrichting worden op deze bestemming aangepast.

12.9 Overige hinderaspecten

Tot de overige niet-nucleaire milieu-aspecten worden stank en/of stofhinder, storing van radio- en tv-ontvangst, verkeershinder en dergelijke verstaan.

Stoffen die aanleiding zouden geven tot stankoverlast zijn in de inrichting niet aanwezig. Stoffen die aanleiding zouden kunnen geven tot stofhinder, zoals cement, zijn zodanig opgeslagen dat het vrijkomen van stof wordt beperkt en overvulling van de silo wordt voorkomen.

De elektrische installaties zijn zodanig aangelegd dat storingen in telecommunicatieverbindingen, radio- en tv-ontvangst worden voorkomen.

HOOFDSTUK 13 ONTMANTELINGSASPECTEN

Inhoudsopgave	Pagina
13.1 Algemeen	185
13.2 Afvalverwerkingsgebouw	185
13.3 Opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval	185
13.4 Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw	186

13 ONTMANTELINGSASPECTEN

13.1 Algemeen

In hoofdstuk 2 is aangegeven dat de inrichting tenminste 100 jaar in gebruik zal blijven ten behoeve van de verwerking en opslag van radioactief afval.

Gedurende deze periode kan het noodzakelijk zijn reparaties uit te voeren en installatiedelen dan wel bouwdelen te vervangen.

Nadat de inrichting zijn functie heeft vervuld, kan deze volledig ontmanteld worden waardoor het terrein beschikbaar komt voor andere doeleinden.

13.2 Afvalverwerkingsgebouw

In het afvalverwerkingsgebouw wordt laag- en middelradioactief afval behandeld. De meeste materialen, zoals de gebouwconstructies, die bij ontmanteling vrijkomen, zijn niet rechtstreeks met radioactieve produkten in contact geweest, en kunnen dus zonder speciale behandeling als niet-radioactief afval worden afgevoerd.

Installaties of onderdelen van installaties en systemen die wel rechtstreeks met het te verwerken afval of de bij verwerking ontstane secundaire radioactieve afvalstromen in contact zijn geweest, kunnen gecontamineerd zijn. Dit betreft onder meer:

- de maalinstallatie voor telpotjes,
- tanks, pompen, leidingen en andere componenten van het waterbehandelingssysteem,
- componenten van het ventilatiesysteem,
- onderdelen van de pers- en verbrandingsinstallaties,
- onderdelen van de as- en slibcementeringsinstallaties,
- onderdelen van de verkleiningsinstallatie.

Deze materialen zullen gedecontamineerd moeten worden.

Verwacht mag worden dat een groot deel van deze stoffen na decontaminatie ook als conventioneel afval kan worden afgevoerd.

Indien de decontaminatieresultaten onvoldoende zijn zal het afval als radioactief materiaal verpakt worden.

13.3 Opslaggebouwen voor laag- en middelradioactief afval

De materialen van deze gebouwen en installaties kunnen na controle op mogelijke contaminatie als niet-radioactief ontmantelingsafval worden afgevoerd. Mocht als gevolg van bijzondere omstandigheden toch contaminatie zijn opgetreden dan worden de gecontamineerde oppervlakken eerst gereinigd. Het hierbij vrijkomende secundaire afval wordt vervolgens verwerkt en verpakt in het AVG en als radioactief afval afgevoerd.

13.4 Hoogradioactief afval behandelings- en opslaggebouw

Omdat de nog resterende intensiteit van de neutronenstraling van de opgeslagen splijtstofelementen en splijtstof(resten) gering is, is geen noemenswaardige activering te verwachten van materialen in de verpakingsruimte en in de opslagcompartimenten.

De materialen van het gebouw en de installaties kunnen, na controle op mogelijke aanwezige contaminatie als niet-radioactief ontmantelingsafval worden afgevoerd.

Mocht toch contaminatie zijn opgetreden dan worden de gecontamineerde oppervlakken eerst gereinigd.

Tot componenten die mogelijk gecontamineerd kunnen zijn, behoren:

- de installaties in de verpakingsruimte,
- de installatie in de decontaminatieruimte,
- het afvalwatersysteem,
- componenten van het ventilatiesysteem.

Bovengenoemde componenten, respectievelijk ruimten, kunnen worden gedecontamineerd. Door decontaminatie toe te passen kan het overgrote deel van dit materiaal ook als niet-radioactief sloopafval via de gangbare wegen worden afgevoerd. Het overige afval zal als secundair radioactief afval worden afgevoerd naar het afvalverwerkingsgebouw waar het wordt verwerkt en verpakt alvorens het als radioactief afval af te voeren.

HOOFDSTUK 14 KWALITEITSBORGING

Inhoudsopgave	Pagina
14.1 Algemeen	189
14.2 Kwaliteitszorgsysteem	189
14.2.1 Kwaliteitsbeleid	189
14.2.2 Beschrijving van het kwaliteitszorgsysteem	189
14.3 Milieuzorgsysteem	192
14.4 Arbozorgsysteem	192

14 KWALITEITSBORGING

14.1 Algemeen

Kwaliteitsborging is een integraal onderdeel van het bedrijfsbeleid. De doelstelling van kwaliteitsborging bij COVRA is het ontwikkelen, handhaven en vastleggen van de kennis op het werkterrein van COVRA op een zodanige wijze dat optimale zekerheid ontstaat voor de zorg voor het Nederlandse radioactief afval. In het kader van de kwaliteitsborging is door COVRA een kwaliteitszorgsysteem ontwikkeld. Het milieuzorgsysteem en het arbozorgsysteem maken onderdeel uit van het kwaliteitsborgingssysteem van COVRA.

14.2 Kwaliteitszorgsysteem

14.2.1 Kwaliteitsbeleid

Het kwaliteitsbeleid van COVRA is primair gericht om binnen de randvoorwaarden van de overheid de zorg voor het Nederlandse radioactief afval zeker te stellen op een zodanige wijze, dat een optimale bescherming van mens en milieu wordt geboden.

Aan dit kwaliteitsbeleid is invulling gegeven door het opzetten van een kwaliteitszorgsysteem waarbij is uitgegaan van de "Hoofdregel kwaliteitsborging voor de veiligheid van kerncentrales" van het Ministerie van SZW en van VROM (zie hoofdstuk 4).

Omdat deze regel zich specifiek richt op de veiligheid van kerncentrales, is om praktische redenen bij de invulling van het kwaliteitssysteem van COVRA ook aansluiting gezocht bij de normen voor kwaliteitszorgsystemen NEN-ISO 9000 t/m 9004.

Medewerkers van COVRA N.V., alsmede medewerkers van derden en leveranciers, zijn daarbij gehouden om werkzaamheden te verrichten volgens de regels, procedures en instructies van het kwaliteitszorgsysteem.

14.2.2 Beschrijving van het kwaliteitszorgsysteem

De directie heeft, als eindverantwoordelijke voor het kwaliteitssysteem, de afdeling Controle belast met het opzetten, het invoeren, het op peil houden en het toetsen van het kwaliteitssysteem.

Alle documenten behorend tot het kwaliteitssysteem worden beheerd en gedistribueerd door de afdeling Controle, met uitzondering van het Beveiligings Informatie Pakket, dat beheerd en bewaakt wordt door de bedrijfssecurity manager.

Het kwaliteitssysteem van COVRA is neergelegd in een aantal samenhan-

gende documenten. Er is sprake van een zekere rangorde in de diverse documenten. De documenten zijn te verdelen in vijf groepen met afnemende hiërarchie.

groep I:

- * Kwaliteitshandboek COVRA N.V.

groep II:

- * Technische specificatie van systemen en installaties
- * Personeelskwalificatieplan
- * Conventionele milieuhygiënische, stralingshygiënische en arbeidshygiënische voorschriften
- * Incidenten- en ongevallenregeling
- * Beveiligings Informatie Pakket

groep III:

- * Procedures

groep IV:

- * Controlevoorschriften

groep V:

- * Werkinstructies

De documenten uit groep I, II, III en IV dienen te zijn goedgekeurd door de directie. De documenten uit groep I en ten dele uit groep II worden ter goedkeuring voorgelegd aan de terzake bevoegde overheidsorganisaties. Voor het overige zijn zij met de documenten uit groep III, IV en V ter inzage beschikbaar voor de bevoegde overheidsorganisaties.

Kwaliteitshandboek

In dit document is het kwaliteitssorgsysteem beschreven als raamwerk. Naast het kwaliteitsbeleid zijn in dit handboek ondermeer vastgelegd:

- beheersing van de acceptatie en de opslag van radioactief afval,
- documentenbeheersing,
- beheersing van rapportages en meldingen,
- beheersing van incidenten en ongevallen,
- beheersing van de beveiliging van de inrichting (security),
- beheersing van toegeleverde goederen en diensten,
- ontwerpbeheersing van nieuwe danwel te modificeren installaties,
- beheersing van keuringen en beproevingen.

De onderwerpen die in het kwaliteitshandboek worden beschreven betreffen met name de kwaliteitszorg tijdens de bedrijfsvoering, het bouwen van nieuwe installaties danwel modificeren van bestaande installaties. Voor omvangrijke nieuwbouwactiviteiten wordt een projectgericht kwaliteitsplan opgesteld, waarin alle aspecten met betrekking tot kwaliteitsborging worden vastgelegd.

Technische specificatie van de verwerkings- en opslagfaciliteiten voor radioactief afval

In de technische specificatie zijn beschrijvingen gegeven van de systemen en installaties op hoofdzaken zoals zij zijn geïnstalleerd. Tevens worden de voorwaarden aangegeven waaronder deze installaties mogen worden bedreven. Wijzigingen in deze beschrijvingen behoeven de goedkeuring van de terzake bevoegde overheidsorganisaties. In deze specificatie is tevens aangegeven welke procedures en werkinstructies van toepassing zijn.

Personeelskwalificatieplan

De personele organisatie zoals vastgelegd in het kwaliteitshandboek is in dit plan nader uitgewerkt. Het personeelskwalificatieplan maakt tevens deel uit van het ARBO-beleidsplan.

Conventionele milieuhygiënische, stralingshygiënische en arbeidshygiënische voorschriften

Het raamwerk aan maatregelen ter voorkoming of beperking van de gevolgen voor het milieu door niet-nucleaire aspecten zoals geluid, niet-radioactieve stoffen en warmte wordt hierin beschreven.

De maatregelen en metingen ten aanzien van nucleaire aspecten, dat wil zeggen stralingsemissie en emissies van radioactieve stoffen naar de atmosfeer en het oppervlaktewater, zijn door hun eigen karakter en het dominante belang ervan voor de activiteiten van COVRA apart vermeld.

Algemene stralingshygiënische en arbeidshygiënische veiligheidsvoorschriften zijn gebundeld zodat een goed overzicht ontstaat van het geheel aan maatregelen. Het opstellen van deze veiligheidsvoorschriften is eveneens een onderdeel van het ARBO-beleidsplan van de directie. Tevens komt uit de stralingshygiënische veiligheidsvoorschriften naar voren hoe invulling is gegeven aan het ALARA-principe.

Incidenten- en ongevallenregeling

In deze regeling is aangegeven welke acties moeten worden ondernomen bij incidenten en ongevallen. Hierin zijn ondermeer de zonering met betrekking tot brandbestrijding, de uitgangspunten voor de brandbestrijding en de overzichten van brandmeld- en bestrijdingsmiddelen opgenomen. Vastgelegd is, dat storingen en ongevallen die leiden of kunnen leiden tot emissie van radioactieve stoffen, besmetting van personen, besmetting buiten de gebouwen, verhoging van het dosistempo aan de terreingrens van meer dan 200 nSv per uur of de eventuele vermissing van vaten met radioactief afval, zo spoedig mogelijk worden gemeld aan de terzake bevoegde overheidsorganisaties.

Beveiligings Informatie Pakket

Op grond van het Security beleidsplan van COVRA N.V. is een basis security plan opgesteld dat aansluit op de "Beveiligingsrichtlijnen kerninstallaties". Dit plan wordt afgestemd met de Arbeidsinspectie en ter goedkeuring voorgelegd aan de beveiligingsambtenaar van het Ministerie van Economische Zaken. De details van dit plan zijn vastgelegd in het Beveiligings Informatie Pakket, dat gezien haar karakter vertrouwelijk is.

Procedures

De werkzaamheden, verantwoordelijkheden en bevoegdheden voortvloeiend uit bovengenoemde documenten zijn op hoofdzaken vastgelegd in procedures.

Controlevoorschriften

Relevante controles zoals calibratie van meetinstrumenten, besmettingsmetingen en monsternames zijn vastgelegd in controleprogramma's.

Werkinstructies

Naast procedures en controleprogramma's zijn werkinstructies opgesteld voor alle werkzaamheden, die van belang zijn voor de veiligheid van de inrichting.

14.3 Milieuzorgsysteem

De hoofddoelstellingen van het milieubeleid van COVRA zijn aangegeven in hoofdstuk 12.

Aan het milieubeleid wordt invulling gegeven door het integreren van de milieuzorg in de bedrijfsactiviteiten.

Op ieder niveau in de organisatie zijn de verantwoordelijkheden met betrekking tot milieuzorg vastgelegd in het Personeelskwalificatieplan, als document vallend in groep II van het kwaliteitszorgsysteem.

Binnen de organisatie is de toezicht op de handhaving van het milieuzorgsysteem ondergebracht bij de afdeling Controle.

14.4 Arbozorgsysteem

De hoofddoelstellingen van het Arbo-beleid van COVRA zijn als volgt geformuleerd:

- tenminste wordt voldaan aan de krachtens de Arbeidsomstandighedenwet en Kernenergiewet geldende voorschriften; indien noodzakelijk zal COVRA zelf aanvullende voorschriften formuleren en vastleggen,
- de nodige zorgvuldigheid wordt betracht ter voorkoming van persoonlijk letsel, materiële-, en milieuschade,
- de nodige aandacht wordt besteed aan het geven van voorlichting en onderricht aan alle werknemers, inclusief werknemers van derden,
- alvorens tot uitvoering van het ARBO-beleid over te gaan zal de directie overleg plegen met de ondernemingsraad en de haar ten dienste staande deskundige diensten,
- jaarlijks vindt een rapportage plaats omtrent het gevoerde ARBO-beleid, incidenten en ongevallen en het ziekteverzuim.

Binnen de organisatie vindt coördinatie van deze aspecten plaats bij de afdeling Controle.

LIJST VAN AFKORTINGEN

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ARBO	Arbidsomstandigheden
AVG	Afval Verwerkings Gebouw
BIP	Beveiligings Informatie Pakket
Bq	Becquerel
COG	Container OpslagGebouw
COVRA	Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval NV
CRV	Commissie Reactor Veiligheid
ECN	Energie-onderzoek Centrum Nederland
EPZ	NV Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland
EZ	Ministerie van Economische Zaken
GCO	Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek
GKN	NV Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland
HABOG	Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw
HAVA	HoogActief Vast Afval
IAEA	International Atomic Energy Agency
IBC	Isoleren, Beheersen en Controleren
ICRP	International Commision on Radiological Protection
IRI	Interfacultair Reactor Instituut
Kew	Kernenergiewet
KG	Kantoorgebouw
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KSA	KernSplijtingsAfval
LOG	Laag- en middelradioactief afval OpslagGebouw
MER	Milieu-Effect Rapport
mer	milieu-effect rapportage (de procedure)
mSv	milliSievert
NAP	Nieuw Amsterdams Peil
NLR	Nederlands Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NMP	Nationaal MilieubeleidsPlan
NUSS	Nuclear Safety Standards
NVR	Nucleaire Veiligheids Regel/Richtlijn
Re	Radiotoxiciteits eenheid
RWS	RijksWaterStaat
Stb	Staatsblad
Sv	Sievert
SZW	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid
VOG	Verarmd uranium OpslagGebouw
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
Wvo	Wet Verontreiniging Oppervlaktewater

Voorzetsels

femto (f)	10 ⁻¹⁵	kilo (k)	10 ³
pico (p)	10 ⁻¹²	mega (M)	10 ⁶
nano (n)	10 ⁻⁹	giga (G)	10 ⁹
micro (μ)	10 ⁻⁶	tera (T)	10 ¹²
milli (m)	10 ⁻³	peta (P)	10 ¹⁵