
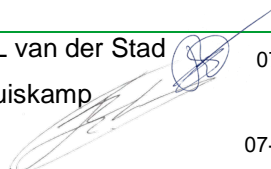


Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten

Deel 7 Decontamination
and Waste Treatment

In opdracht van Directie NRG

| rev. nr. | datum | omschrijving |
|----------|-------------------|--|
| G | 2021/05/05 | Actualisatie DWT installaties en toevoeging ISF |
| F | 2014/12/15 | Aanpassingen na commentaar RVC |
| E | 2014/11/11 | Aanvraag aanpassing vergunning |
| D | 2014/08/07 | Aangepaste figuren en aanpassingen na commentaar RVC |
| C | 2014/01/20 | Aanpassingen i.v.m. de RAP-beladingsinstallatie |
| B | 2007/08/31 | Aanpassingen i.v.m. uitbreiding werkzaamheden |
| A | 2000/07/14 | Aanvraag integrale Kernenergiewetvergunning |

| | | | | |
|------------|--|-------------|--|--------------------------|
| auteur(s): | P.G.R. Ruiter  | beoordeeld: | R.C.L van der Stad R. Huiskamp  | 07-05-2021 07-05-2021 |
|------------|--|-------------|--|--------------------------|

| | | | |
|----------------|--|--------------|---|
| naam: | Veiligheidsrapport 7 incl ISF rev G | goedgekeurd: | M.P. Bogert  |
| referentienr.: | 14.129731 | | 07-mei-2021 |
| 100 pagina's | 5-5-2021 | | |

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|--|-----------|
| | Lijst van tabellen | 5 |
| | Lijst van figuren | 7 |
| | Voorwoord | 8 |
| 1 | Inleiding | 9 |
| 1.1 | Doel en structuur van het Veiligheidsrapport | 9 |
| 1.2 | Voorkomen en beheersen van ongevallen | 10 |
| 1.3 | Inhoud van het Veiligheidsrapport DWT | 11 |
| 2 | Decontamination and Waste Treatment | 13 |
| 2.1 | Inrichting | 13 |
| 2.1.1 | Decontaminatiegebouw (gebouw 21) | 14 |
| 2.1.2 | Waterbehandelingsgebouw (gebouw 22) | 15 |
| 2.1.3 | Vast-afvalverwerkingsgebouw (gebouw 25) | 17 |
| 2.1.4 | Waste Transfer Unit Gebouw (gebouw 24) | 17 |
| 2.1.5 | Intermediate Storage Facility (gebouw 427) | 17 |
| 2.2 | Installaties | 18 |
| 2.2.1 | Installaties decontaminatie | 18 |
| 2.2.2 | Installaties waterbehandeling | 18 |
| 2.2.3 | Installaties vast-afvalverwerking | 20 |
| 2.2.4 | Installaties Waste Transfer Unit | 20 |
| 2.2.5 | Installaties Intermediate Storage Facility | 21 |
| 2.2.6 | Vloestofdichte vloer | 21 |
| 2.3 | Algemene voorzieningen | 21 |
| 2.3.1 | Elektrotechnische voorzieningen | 22 |
| 2.3.2 | Afvalwatersystemen | 22 |
| 2.3.3 | Beveiliging | 23 |
| 3 | Bedrijfservaring en rechtvaardiging | 24 |
| 3.1 | Historisch overzicht | 24 |
| 3.2 | Bedrijfservaring | 26 |
| 3.3 | Rechtvaardiging | 27 |
| 4 | Behandeling en opslag van radioactieve stoffen, splijtstoffen en radioactief besmette componenten | 29 |
| 4.1 | Aard van de radioactieve stoffen | 29 |
| 4.1.1 | Waste Transfer Unitgebouw | 29 |
| 4.1.2 | Intermediate Storage Facility (ISF) | 29 |
| 4.1.3 | Overige gebouwen | 30 |
| 4.2 | Hoeveelheid radioactieve stoffen en splijtstoffen | 31 |
| 4.2.1 | Waste Transfer Unitgebouw | 31 |
| 4.2.2 | Intermediate Storage Facility | 32 |
| 4.2.3 | Overige gebouwen en faciliteiten | 33 |
| 4.3 | Registratie, inspectie en administratie | 36 |
| 4.4 | Behandeling van radioactieve componenten/stoffen | 37 |
| 4.4.1 | Decontaminatie | 37 |
| 4.4.2 | Waterbehandeling | 38 |
| 4.4.3 | Vast afvalverwerking | 39 |
| 4.4.4 | Waste Transfer Unit | 39 |
| 4.5 | Afvoer radioactieve stoffen en gedecontamineerde componenten | 39 |
| 5 | Afvalstromen | 40 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.1 | Algemeen | 40 |
| 5.2 | Bedrijfsafval, niet radioactief | 40 |
| 5.2.1 | Recycling en verwerking | 40 |
| 5.2.2 | Lozing naar riool | 40 |
| 5.3 | Gevaarlijk afval, niet radioactief | 40 |
| 5.4 | Radioactief afval | 41 |
| 5.4.1 | Aanvoer van radioactief materiaal voor verwerking en/of opslag | 41 |
| 5.4.2 | Ontstaan van radioactief afval tijdens verwerking van laagactief materiaal | 41 |
| 5.4.3 | Afvoer van radioactief afval naar opslagfaciliteit | 41 |
| 5.5 | Gevolgen van lozingen | 42 |
| 5.5.1 | Lozing naar zee | 42 |
| 5.5.2 | Lozing in lucht | 42 |
| 6 | Veiligheidsevaluatie | 43 |
| 6.1 | Veiligheidsmaatregelen binnen DWT | 43 |
| 6.1.1 | Materiële maatregelen | 43 |
| 6.1.2 | Organisatorische maatregelen | 45 |
| 6.1.3 | Brandpreventie, -detectie en -bestrijding | 45 |
| 6.2 | Ongevalbestrijding en noodplannen | 46 |
| 6.3 | Ongevalsituaties en gevolgenanalyses | 47 |
| 6.3.1 | Ongevalsituaties en gevolgenanalyses | 47 |
| 6.3.2 | Methodiek | 47 |
| 6.3.3 | Potentiële bronnen van radioactieve stoffen en splijtstoffen | 48 |
| 6.3.4 | Beschouwde inleidende gebeurtenissen | 57 |
| 6.4 | Ontwerpbasisongevallen | 60 |
| 6.4.1 | Falen van de elektrische voorzieningen (1) | 61 |
| 6.4.2 | Falen ventilatie (2) | 62 |
| 6.4.3 | Leidingbreuk binnen de gebouwen of lekkage in opslagtanks (3) en (5) | 63 |
| 6.4.4 | Leidingbreuk buiten de gebouwen van de DWT (3) | 64 |
| 6.4.5 | Brand of explosie door interne oorzaak (4) | 65 |
| 6.4.6 | Falen van de afvalverpakking door een hijsongeval (6a) | 66 |
| 6.4.7 | Beschadiging blauwe vaten met relevante vrijzetting als gevolg door aanrijden met heftruck (6b) | 67 |
| 6.4.8 | Stralingsongeval bij onjuist openen cel (14) | 67 |
| 6.4.9 | Decontaminatiegebouw | 67 |
| 6.4.10 | Waterbehandelingsgebouw | 69 |
| 6.4.11 | Vast-afvalverwerkingsgebouw | 71 |
| 6.4.12 | Waste Transfer Unitgebouw | 71 |
| 6.4.13 | Intermediate Storage Facility | 73 |
| 6.4.14 | DWT-installaties buiten de gebouwinsluitingen | 74 |
| 6.4.15 | Samenvatting gevolgen van ontwerpbasisongevallen | 76 |
| 6.5 | Buiten-ontwerpbasisongevallen | 76 |
| 6.5.1 | Decontaminatiegebouw | 77 |
| 6.5.2 | Waterbehandelingsgebouw | 78 |
| 6.5.3 | Vast-afvalverwerkingsgebouw | 81 |
| 6.5.4 | Waste Transfer Unit | 82 |
| 6.5.5 | Intermediate Storage Facility | 82 |
| 6.5.6 | DWT installaties buiten de gebouwen | 84 |
| 7 | Stralingsbescherming | 89 |
| 7.1 | Stralingshygiënische voorzieningen | 89 |
| 7.2 | Maatregelen met betrekking tot stralingsbescherming | 89 |
| 7.2.1 | Maatregelen bij de behandeling van radioactief afval | 89 |



| | | |
|-------|---|----|
| 7.2.2 | Afscherming | 90 |
| 7.2.3 | Ventilatie | 90 |
| 7.2.4 | Meetapparatuur | 90 |
| 7.2.5 | Persoonlijke beschermingsmiddelen | 91 |
| 7.2.6 | Toegangscontrole | 91 |
| 7.3 | Registratie van de persoonsdoses | 91 |
| 7.4 | Opleiding en instructie met betrekking tot stralingsbescherming | 91 |
| | Figuren | 93 |

Lijst van tabellen

| | | |
|---------------------------|---|----|
| Tabel 4-1 | Omhullende nuclideninventaris (maximale activiteit van dominante radionucliden in TBq) die op enig moment in een transportcontainer aanwezig kan zijn in de WTU | 31 |
| Tabel 4-2 | Type A transportverpakkingen opgeslagen in de ISF | 32 |
| Tabel 4-3 | Omhullende configuraties voor de ongevalsanalyses van de ISF | 33 |
| Tabel 4-4 | Veilige splijtstofmassa per splijtstofzone uitgedrukt in ²³⁵ U-equivalent | 34 |
| Tabel 4-5 | Inventaris ten behoeve van ongevalsanalyses | 35 |
| Tabel 6-1 aanlevering) | Representatieve samenstelling (conservatief) radioactieve stoffen in hars (bij | 49 |
| Tabel 6-2 | Representatieve samenstelling van slib en scale* | 50 |
| Tabel 6-3 | Potentiële emissiebronnen en hun activiteitskarakteristieken bij het decontaminatiegebouw | 51 |
| Tabel 6-4 | Karakteristieke samenstelling slib waterbehandeling in tanks | 53 |
| Tabel 6-5 | Activiteitskarakteristieken bij het waterbehandelingsgebouw | 54 |
| Tabel 6-6 | Activiteitskarakteristieken bij het vast-afvalverwerkingsgebouw en WTU | 55 |
| Tabel 6-7 | Activiteitskarakteristieken bij de ISF | 56 |
| Tabel 6-8 | Activiteitskarakteristieken vloeistofdichte opslagvloer en buiten de gebouwinsluitingen | 57 |
| Tabel 6-9 | Gepostuleerde inleidende gebeurtenissen veiligheidsevaluatie DWT, ISF en WTU | 59 |
| Tabel 6-10 | Ontwerpbasisongevallen | 60 |
| Tabel 6-11 | Gevolgen van het uitvallen van het ventilatiesysteem | 63 |
| Tabel 6-12 | Gevolgen voor de omgeving door leidingbreuk | 65 |
| Tabel 6-13 | Gevolgen voor de omgeving door brand of explosie | 66 |
| Tabel 6-14 | Emissiefracties bij interne brand in het decontaminatiegebouw | 68 |
| Tabel 6-15 | Doses ontwerpbasisongevallen decontaminatiegebouw | 68 |
| Tabel 6-16 | Emissiefracties ontwerpbasisongevallen waterbehandelingsgebouw | 70 |



| | | |
|-------------------|--|-----------|
| Tabel 6-17 | Doses ontwerpbasisongevallen waterbehandelingsgebouw | 70 |
| Tabel 6-18 | Emissies ontwerpbasisongevallen vast-afvalverwerkingsgebouw | 71 |
| Tabel 6-19 | Doses ontwerpbasisongevallen vast-afvalverwerkingsgebouw | 71 |
| Tabel 6-20 | Emissies ontwerpbasisongevallen WTU gebouw | 73 |
| Tabel 6-21 | Doses ontwerpbasisongeval WTU | 73 |
| Tabel 6-22 | Emissies ontwerpbasisongevallen ISF | 74 |
| Tabel 6-23 | Doses ontwerpbasisongeval ISF | 74 |
| Tabel 6-24 | Emissies ontwerpbasisongevallen buiten de DWT-gebouwen | 75 |
| Tabel 6-25 | Doses ontwerpbasisongevallen buiten de DWT-gebouwen | 75 |
| Tabel 6-26 | Kans van optreden en gevolgen van de ontwerpbasisongevallen | 76 |
| Tabel 6-27 | Emissies buiten-ontwerpbasisongeval decontaminatiegebouw | 78 |
| Tabel 6-28 | MIR volwassenen buiten-ontwerpbasisongevallen decontaminatiegebouw | 78 |
| Tabel 6-29 | Emissies buiten-ontwerpbasisongevallen waterbehandelingsgebouw | 80 |
| Tabel 6-30 | Maximum MIR buiten-ontwerpbasisongevallen waterbehandelingsgebouw | 80 |
| Tabel 6-31 | Emissies buiten-ontwerpbasisongevallen vast-afvalverwerkingsgebouw | 81 |
| Tabel 6-32 | Maximum MIR buiten-ontwerpbasisongevallen vast-afvalverwerkingsgebouw | 81 |
| Tabel 6-33 | Emissies buiten-ontwerpbasisongeval WTU | 82 |
| Tabel 6-34 | Maximum MIR buiten-ontwerpbasisongeval WTU | 82 |
| Tabel 6-35 | Emissies buiten-ontwerpbasisongevallen ISF | 83 |
| Tabel 6-36 | Maximum MIR (volwassenen) buiten-ontwerpbasisongevallen ISF | 84 |
| Tabel 6-37 | Emissies buiten-ontwerpbasisongevallen buiten de DWT-gebouwen | 84 |
| Tabel 6-38 | Maximum MIR buiten-ontwerpbasisongevallen buiten de gebouwen | 85 |
| Tabel 6-39 | Overzicht MIR's van dominante buiten-ontwerpbasisongevallen (voor volwassenen) | 85 |
| Tabel 7-1 | Stralingsmeetapparatuur | 90 |

Lijst van figuren

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figuur 1 | Situering DWT met relevante leidingen (ref: B32-142NUC7-C) | 93 |
| Figuur 2 | Decontaminatiegebouw (gebouw 21) | 94 |
| Figuur 3 | Waterbehandelingsgebouw (gebouw 22) | 95 |
| Figuur 4 | Inrichting gebouw 24, 25 en 26 en ISF (ref: B 06-605_A) | 96 |
| Figuur 5 | Processchema vloeibaar radioactief afval DWT:waterbehandeling (inclusief voormalige pijpenreiniger) | 97 |
| Figuur 6 | Processchema laagactief vast radioactief afval DWT (inclusief voormalige pijpenreiniger) | 98 |
| Figuur 7 | Inrichting van gebouw 24 met de daarin voorziene WTU-installatie | 99 |
| Figuur 8: | Intern transport in de intermediate storage facility. | 100 |



Voorwoord

NRG-Petten heeft bij het Bevoegd Gezag een aanvraag ingediend voor een Kernenergiewet-vergunning. De aanvraag is gedateerd 14 juli 2000. De aanvraag heeft betrekking op de handelingen die binnen de NRG-inrichting worden verricht en de toestellen die daarin worden gebruikt en waarvoor een vergunning ingevolge de Kernenergiewet is vereist.

Dit rapport maakt als deel 7 onderdeel uit van het “Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten” van de vergunningsaanvraag.

De hiervoor bedoelde NRG KEW-vergunning met kenmerk DGM/SAS/2001049111 is verleend op 2 augustus 2001 met de daarop volgende wijzigingsbeschikkingen.

In de versie van 31 augustus 2007 van Veiligheidsrapport deel 7 is de inventaris en de beschrijving van de werkzaamheden bij de afdeling Decontamination and Waste Treatment aangepast. De wijzingen of uitbreidingen betroffen met name:

- Het voorhanden hebben en het uitvoeren van handelingen met splijtstoffen;
- Het voorhanden hebben en het uitvoeren van handelingen met transportcontainers die verarmd uranium bevatten;
- Het ruimer omschrijven en uitbreiden van de aanwezige inventaris;
- Het beschouwen van de verwerking van hars ten behoeve van de risico-inventarisatie;
- Het uitvoeren van handelingen met radioactieve stoffen op de vloestofdichte vloer.

In deze herziene versie van dit veiligheidsrapport zijn de gebouwindeling en processen van de DWT naar huidige status gewijzigd. De Intermediate Storage facility (ISF) is toegevoegd. De aanpassingen zijn aangegeven met een lijn in de kantlijn en als vet gedrukte tekst (uitgezonderd kleine tekstuele aanpassingen).

1 Inleiding

Op de Onderzoekslocatie Petten (OLP) worden door NRG activiteiten uitgevoerd op het gebied van nucleaire technologie, met name voor medische doeleinden, veilige opwekking van kernenergie, radioactief afvalverwerking en stralingshygiëne. Het verkrijgen en in standhouden van kennis op nucleair gebied en de voortdurende innovatie van de nucleaire technologie is een belangrijke taak voor NRG. Uitgangspunt hierbij is dat de nucleaire technologie veilig, ecologisch verantwoord en efficiënt dient te worden aangewend. Ten behoeve van bovenstaande activiteiten worden de nucleaire installaties en laboratoria door NRG bedreven en geëxploiteerd.

Het hanteren van radioactieve stoffen, splijtstoffen en ioniserende stralen uitzendende toestellen is op grond van de Kernenergiewet (Kew) geregeld. De Kew heeft betrekking op:

- de bescherming van de volksgezondheid;
- de bescherming op de arbeidsplaats tegen gevaren van de radioactieve stoffen en ioniserende stralen uitzendende toestellen;
- de bescherming van mensen, planten, dieren en goederen.

De beschreven activiteiten zijn vergund in de NRG KEW-vergunning met kenmerk DGM/SAS/2001049111 van 2 augustus 2001 en de daarop volgende wijzigingsbeschikkingen.

1.1 Doel en structuur van het Veiligheidsrapport

Het “Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten” is opgesteld ten behoeve van de vergunningsverlening op basis van de Kernenergiewet. Het ‘integrale’ Veiligheidsrapport levert een beschrijving van de constructie en bedrijfsvoering van de nucleaire faciliteiten, waarbij bijzondere aandacht wordt gegeven aan de maatregelen ter voorkoming van gevaar, schade of hinder tijdens normaal bedrijf, alsmede aan de beschermende maatregelen tegen gevaren die voortvloeien uit redelijkerwijs mogelijk te achten omstandigheden. Het integrale veiligheidsrapport is daardoor een document dat de basis vormt voor de vergunningsverlening door het Bevoegd Gezag. **Het veiligheidsrapport is onderverdeeld in delen die het algemene karakter beschrijven en installatie specifieke delen (zie hiervoor veiligheidsrapport deel 1).**

Het voorliggende deel beschrijft de installaties, de bedrijfsactiviteiten, de organisatie en de wijze waarop de veiligheid van de bedrijfsvoering van de 'Decontamination and Waste Treatment' (DWT) wordt gewaarborgd. Tevens wordt het veiligheidsniveau beschreven dat bij de bedrijfsvoering van de DWT wordt gerealiseerd.

Als basis voor het opstellen en beoordelen van veiligheidstechnische gronden zijn de IAEA eisen. Het betreft onder andere **IAEA SSR-4: Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities**.

Voor de principes van het veiligheidszorgsysteem en de 'defence in depth' wordt verwezen naar deel 1 van het Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten. Tevens is hier de inhoud van de technische specificaties en de decommissioningstrategie opgenomen. De niet radiologische aspecten van de inrichting zijn in deel 2 gegroepeerd, terwijl de organisatie van de stralingshygiënische zorg en de bijbehorende verantwoordelijkheden in deel 3 zijn beschreven.

1.2 Voorkomen en beheersen van ongevallen

De veiligheidsfilosofie van NRG is gericht op het voorkomen en beheersen van ongevallen, waarbij veiligheidsmaatregelen op verschillende niveaus worden genomen. Volgens deze filosofie, kort aangeduid als 'defence in depth', bestaan alle activiteiten die betrekking hebben op de veiligheid van een installatie uit meerdere niveaus, zodat eventueel wegvallen van voorzieningen en maatregelen op een niveau gecompenseerd of gecorrigeerd wordt door voorzieningen of maatregelen op een ander niveau. Deze 'defence in depth' filosofie ligt ten grondslag aan alle nucleaire veiligheid en daarom ook aan het veiligheidsontwerp van de DWT. Daaraan is bij de DWT op de volgende wijze invulling gegeven.

Niveau 1: preventie

Bij het ontwerpen van de DWT is ernaar gestreefd:

- de in opslag of te verwerken hoeveelheden radioactieve stoffen te beperken;
- voldoende afscherming van straling te bieden, zowel voor de medewerkers als voor de bevolking in de omgeving (paragraaf 2.1);
- verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen (paragraaf 2.2 en paragraaf 6.3);
- het radioactief materiaal zodanig op te slaan dat dit is beschermd tegen destructieve invloeden.
- door het in deel 1 beschreven veiligheidszorgsysteem en door procedures voor alle belangrijke handelingen, wordt de veiligheid van de bedrijfsvoering in de DWT gewaarborgd.

Niveau 2: beheersing

De randvoorwaarden voor de bedrijfsvoering zijn vastgelegd in procedures en instructies. Hiernaast biedt de opleiding en ervaring van de medewerkers een extra zekerheid voor de beheersing van de bedrijfsvoering. Het optreden van abnormale situaties, zoals een verhoogd stralingsniveau en de aanwezigheid van luchtgedragen besmetting, wordt gedetecteerd met verschillende types stralingsmeetinstrumenten (zie hoofdstukken 6 en 7).

Door adequaat reageren op de alarmeringen worden situaties voorkomen die tot ongevalsituaties zouden kunnen leiden.

Niveau 3 en 4: interventie

Maatregelen ter voorkoming en beheersing van ontwerpbasisongevallen zijn beschreven in hoofdstuk 6. Bij geen van deze ontwerpbasisongevallen wordt vrijkomen van significante hoeveelheden radioactieve stoffen voorzien. Mocht een ongeval toch leiden tot het mogelijk vrijkomen van een significante hoeveelheid radioactief materiaal binnen de DWT-gebouwinsluitingen, dan zorgen filtersystemen ervoor dat deze stoffen niet in de omgeving verspreid zullen worden (paragraaf 2.2 en paragraaf 6.1.1).

Niveau 5: mitigatie

Maatregelen op niveau 5 zijn vereist indien tijdens onvoorziene situaties condities optreden waarbij significante hoeveelheden radioactieve stoffen in de omgeving kunnen vrijkomen. De maatregelen op dit niveau zijn gericht op het beperken of voorkomen van de gevolgen van het vrijkomen van radioactieve stoffen in de omgeving. Om bij calamiteiten snel en efficiënt te kunnen optreden, worden goedgekeurde noodplannen gehanteerd, waarin ook de interne en externe communicatie is geregeld. Hiernaast zullen zonodig door de overheid mitigerende maatregelen worden getroffen.

1.3 Inhoud van het Veiligheidsrapport DWT

In het veiligheidsrapport worden de functionele eisen en de grenswaarden ten aanzien van de veiligheid gegeven, alsmede de hoofdkenmerken van de uitvoering daarvan. Het veiligheidsrapport behandelt alle essentiële aspecten die voor een veiligheidstechnische beoordeling van de installatie nodig zijn.

Hoofdstuk 2 ‘Decontamination and Waste Treatment’ beschrijft de locatie, het ontwerp van de faciliteit c.q. installaties en de systemen die van belang zijn voor de veiligheid bij de DWT.

Hoofdstuk 3 ‘Bedrijfservaring en rechtvaardiging’ geeft het historisch overzicht van de DWT, welke aanpassingen en verbeteringen aan de DWT zijn aangebracht. Dit hoofdstuk geeft bovendien het



onderzoeksgebied en de ontwikkeling aan van de DWT. De rechtvaardiging van de DWT is hier eveneens in opgenomen.

Hoofdstuk 4 ‘Behandeling en opslag van radioactieve stoffen, splijtstoffen en radioactief besmette componenten’ bevat een beschrijving van de soorten, de hoeveelheden en de wijze waarop met radioactieve stoffen wordt omgegaan.

Hoofdstuk 5 ‘Afvalstromen’ beschrijft de soorten en hoeveelheden, de behandeling en afvoer van radioactief en niet-radioactief afval (gasvormig, vloeibaar, vast) dat enerzijds voortvloeit uit de werkzaamheden van de DWT en dat anderzijds afkomstig is van andere installaties op de OLP.

In hoofdstuk 6 ‘Veiligheidsevaluatie’ zijn de getroffen veiligheidsmaatregelen (zowel materieel en organisatorisch) beschreven. In dit hoofdstuk komt ook de analyse van mogelijke ongevallen en hun consequenties aan de orde. Tenslotte wordt de noodorganisatie beschreven.

In hoofdstuk 7 ‘Stralingsbescherming’ wordt ingegaan op de stralingsbeschermingsaspecten van de DWT, waarbij als belangrijk richtsnoer het optimalisatie- (ook wel ALARA) principe wordt gehanteerd. Er wordt een overzicht gegeven van de aanwezige stralingsbronnen, de toegepaste stralingsbeschermingsmaatregelen en, zover van belang, de regeling van de toegangscontrole.

2 Decontamination and Waste Treatment

2.1 Inrichting

De faciliteit voor ‘Decontamination and Waste Treatment’ (DWT) is operationeel sinds 1962. Het DWT-complex bestaat uit **vijf** gebouwen waar handelingen met radioactief materiaal plaatsvinden, namelijk het decontaminatiegebouw (gebouw 21), het waterbehandelingsgebouw (gebouw 22), het vast-afvalverwerkingsgebouw (gebouw 25), het Waste Transfer Unitgebouw (gebouw 24) **en de Intermediate Storage Facility (gebouw 427)**. In eerdere versies van het veiligheidsrapport werden de gebouwen 24 en 25 samen tot het vast-afvalverwerkingsgebouw gerekend. Daarnaast bevindt zich aan de noordzijde van het vast-afvalverwerkingsgebouw een vloeistofdichte vloer. De situering van het DWT-complex is weergegeven in Figuur 1.

Binnen de diverse gebouwen van het DWT en op de vloeistofdichte opslagvloer daarbuiten, vinden handelingen met radioactieve stoffen en in beperkte mate met splijtstoffen plaats, namelijk:

- behandeling en opslag van radioactief verontreinigd materiaal en voorwerpen;
- behandeling en opslag van radioactief verontreinigd vloeibaar afval;
- verwerking/opslag van radioactief verontreinigd vast afval;
- opslag van radioactief materiaal en evt. splijtstof bevattende voorwerpen (o.a. bronnen en containers);
- transport gereed maken van radioactief en evt. splijtstofhoudend afval;
- **beheer en opslag van transportcontainers.**

Met ‘opslag’ wordt in dit kader de opslag van stoffen en componenten voorafgaand aan de uit te voeren behandeling of na behandeling in afwachting van transport bedoeld. De hierboven opgesomde activiteiten kunnen ook met splijtstoffen plaatsvinden. Lees daarom voor ‘radioactief verontreinigd’ de tekst ‘radioactief en met splijtstoffen verontreinigd’.

De werkzaamheden die bij DWT plaatsvinden, worden over het algemeen in één bepaald gebouw uitgevoerd. Met betrekking tot de risicoanalyse zijn de werkzaamheden steeds beschouwd voor die locatie waar zij meestal plaatsvinden. Sommige werkzaamheden kunnen in principe ook gedeeltelijk of geheel in een van de andere gebouwen of op de vloeistofdichte vloer plaatsvinden. Zo vindt bijvoorbeeld decontaminatie van besmette voorwerpen primair plaats in het decontaminatiegebouw. Incidenteel kunnen deze werkzaamheden ook plaatsvinden in de cel in het vast-afvalverwerkingsgebouw of in speciale gevallen op de vloeistofdichte vloer.

In het algemeen wordt in het decontaminatiegebouw radioactief verontreinigd materiaal ontdaan van de aanwezige radioactieve besmetting. Het verwijderen van deze ongewenste radioactieve bestanddelen wordt specifiek aangeduid met het begrip ‘decontaminatie’. Het hierbij vrijkomende radioactieve afvalwater wordt naar het waterbehandelingsgebouw verpompt.

Het waterbehandelingsgebouw is een centrale faciliteit op het terrein waarbinnen vloeibare radioactieve afvalstromen van NRG, maar ook van andere faciliteiten op de OLP behandeld worden. Het afvalwater wordt zoveel mogelijk gezuiverd, d.w.z. de radioactieve fractie wordt gescheiden van het niet-radioactieve deel. Ook bevinden zich in dit gebouw **opslagbunkers** waar bronnen, inclusief radioactief afval, tijdelijk kunnen worden opgeslagen.

Het radioactief materiaal dat als laagactief afval in ontvangst wordt genomen of dat bij de procesbehandeling ontstaat, wordt in het vast-afvalverwerkingsgebouw verwerkt en zoveel mogelijk gerecycled. Het radioactief afval wordt gescheiden van het niet-radioactief afval en vervolgens geconditioneerd door middel van persen en/of knippen ten behoeve van afvoer naar de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) of andere geautoriseerde instellingen.

In de gebouwen wordt onderscheid gemaakt tussen radiologische zones die beperkt toegankelijk zijn en ruimtes die vrij toegankelijk zijn. Bij het betreden van een radiologische zone dient altijd een persoonsdosimeter te worden gedragen en kan een overstapprocedure noodzakelijk worden geacht. Bij een overstapprocedure wordt, om eventuele besmetting op kleding en/of huid te voorkomen, in de te betreden zone beschermende kleding, zoals jassen of overalls, handschoenen en sloffen gedragen. In de radiologische ruimtes heerst onderdruk.

Bij het ontwerp van de gebouwen is er rekening mee gehouden dat met name de vloer eenvoudig te decontamineren moet zijn. De vloeren zijn overwegend glad afgewerkt en de wanden bestaan grotendeels uit stucwerk.

2.1.1 Decontaminatiegebouw (gebouw 21)

Het decontaminatiegebouw wordt vooral gekenmerkt door een **aantal** grote ruimtes, bestaande uit **decohallen, de decozaal en de decocel**. De globale indeling van het decontaminatiegebouw is weergegeven in Figuur 2. Bij het ontwerp en de constructie van de decohal heeft de mogelijkheid van aan- en afvoer van componenten en de afvoer van vloeibare afvalstromen, een belangrijke rol gespeeld. Er ligt een roostervloer in de decohal waarop de diverse werkzaamheden ten behoeve van

decontaminatiedoelinden verantwoord uitgevoerd kunnen worden. In de decohal handelingen met-slib worden uitgevoerd. **Ook kunnen er in het kader van afvoer handelingen ten behoeve van monsternamen en karakterisatie met hars worden uitgevoerd; er vindt geen verwerking van hars plaats.** Handelingen waarbij een hoog risico is van verspreiding van radioactieve stoffen worden in de decocel uitgevoerd. Tussen de decohal en de decocel bevindt zich een sluisruimte om verspreiding van radioactief materiaal te voorkomen. Om het materiaal intern te kunnen transporteren zijn boven de vloeren bovenloopkranen geplaatst. De overige ruimtes in het decontaminatiegebouw worden voor diverse toepassingen gebruikt.

In de decohalen speciaal voor reiniging van transportcontainers zijn daarvoor speciale voorzieningen aanwezig.

Voor alle werkzaamheden geldt dat zij onder gelijkblijvende voorzieningen ook elders kunnen plaatsvinden.

Verder bevinden zich in het decontaminatiegebouw onder meer de volgende ruimtes:

- telkamer;
- magazijn;
- chemicaliënopslag;
- ventilatiezolder;
- laboratorium voor radiologische en chemische analyses;
- **decohallen (deze werden voorheen aangeduid met namen als duper- of vloeistof hal);**
- wasserij.

2.1.2 Waterbehandelingsgebouw (gebouw 22)

In het waterbehandelingsgebouw wordt mogelijk radioactief verontreinigd afvalwater gezuiverd. Dit afvalwater bestaat niet alleen uit het afvalwater dat vrijkomt bij de diverse DWT-werkzaamheden, maar wordt ook via een ondergronds leidingwerk verzameld van de overige installaties op de OLP, zoals bijvoorbeeld van de HFR en van Curium. Het ondergrondse leidingwerk is aangegeven in Figuur 1.

Daarnaast wordt een tankwagen gebruikt om mogelijk radioactief verontreinigd afvalwater van de diverse overige locaties naar de DWT te transporteren. Bij het legen door middel van overpompen naar de ontvangstput staat de tankwagen op een vloeistofdichte vloer. Eventueel lekwater wordt opgevangen en alsnog in het waterbehandelingsgebouw behandeld. Een plattegrond met een globale indeling van het waterbehandelingsgebouw is weergegeven in Figuur 3. Na zuivering van het afvalwater wordt het gereinigde water geloosd in de Noordzee. Het bij de behandeling van het radioactieve afvalwater ontstane slib wordt ingedikt door middel van een centrifuge. Het natte slib wordt in een vat opgevangen en

gedroogd in één van de drogers van de slibdrooglijn die in het waterbehandelingsgebouw aanwezig is.

Het gedroogde slib wordt als residu **in daarvoor bestemde** -vaten naar de COVRA afgevoerd conform de algemeen geldende COVRA-condities.

Het waterbehandelingsgebouw is als volgt in te delen:

- bassinvloer met **behandel- en opslag tanks, alsmede** daaronder de opslagbassins;
- pompkamer;
- **microfiltratieruimte**;
- opslagruimte voor – tijdelijke - opslag van harsvaten en slibvaten;
- **opslagruimte** voor vast radioactief afval en gesloten en ingekapselde bronnen;
- opslagruimte voor **o.a.** lege transportcontainers;
- **ruimte met voorzieningen ten behoeve van opslag van slib en proceswater**;
- ventilatieruimten;
- slibdroogruimte;
- laboratorium voor de voorbehandeling van monsters.

2.1.3 Vast-afvalverwerkingsgebouw (gebouw 25)

Dit gebouw omvat onder andere faciliteiten voor het persen van vast afval **en voor opslag van nog te decontamineren componenten.** Daarnaast worden lege en gedecontamineerde transportverpakkingen opgeslagen, gekeurd en onderhouden. Tevens worden diverse logistieke handelingen verricht met transportverpakkingen, waarvoor een bovenloopkraan is geïnstalleerd. In Figuur 4 is een globaal overzicht van het vast-afvalverwerkingsgebouw gegeven.

In het complex zijn de volgende ruimtes te vinden:

- opslag- c.q. verwerkingsruimtes;
- pers-/segmenteercel;
- **hal voor beheer en logistiek van containers;**
- ventilatieruimte;
- **meetruimte;**

2.1.4 Waste Transfer Unit Gebouw (gebouw 24)

Dit gebouw bevat de Waste Transfer Unit die gebruikt wordt voor het plaatsen van gesloten verpakkingen met **ILW-L en ILW-H** afval¹ vanuit de WSF in verpakkingen (zoals een kreukelvat) en vervolgens in een container zodanig dat dit afval over de openbare weg afgevoerd kan worden.

2.1.5 Intermediate Storage Facility (gebouw 427)

De Intermediate Storage Facility (ISF) bestaat uit een betonnen opslaggebouw voor de tussen opslag van transport-gereed afval. Aan de oostzijde van het gebouw is er een voorruimte voor de aan- en afvoer van het afval en overige logistieke handelingen. De opslagruimte van het gebouw bestaat uit vier compartimenten met elk plaats voor 10 COVRA pallets. Een intern transportsysteem zorgt voor het transport van de pallets met RA-afval van de voorruimte naar de opslagcompartimenten en vice versa.

¹ Voor de grenzen tussen laag-, middel- en hoogradioactief afval worden de grenzen gehanteerd, die COVRA gebruikt voor de aanname van radioactief afval.

2.2 Installaties

Kenmerkend voor de radiologische ruimtes is dat een luchtbehandelings- of ventilatiesysteem zorgt voor onderdruk. De aanwezigheid van onderdruk zorgt ervoor dat de luchtstroom altijd van buiten naar binnen zal stromen, om zodoende verspreiding van mogelijk radioactieve stofdeeltjes onder controle te kunnen houden. Dit geldt in strengere mate voor de cellen in het decontaminatie- en vast-afvalverwerkingsgebouw waar meer onderdruk heerst ten opzichte van de andere ruimten. Een deel van de aanwezige installaties is niet plaatsgebonden en kan met gelijkwaardige voorzieningen in een ander gebouw geplaatst worden.

2.2.1 Installaties decontaminatie

Voor het decontamineren van radioactief verontreinigde voorwerpen staan de volgende installaties ter beschikking:

- abrasiefstraalcabines;
- chemische reinigingsunits;
- hogedrukreiniging-units (niet plaatsgebonden).

In de decohal zorgt een roostervloer ervoor dat het voor decontaminatie gebruikte afvalwater naar de eronder liggende opvangput loopt waar het wordt opgevangen en op afschot wordt afgevoerd via ondergronds leidingwerk in leidinggoten naar de centrale waterbehandeling in het waterbehandelingsgebouw. Om de voorwerpen te kunnen verplaatsen zijn er diverse hijsmiddelen zoals kettingwerk en hijsbanden aanwezig, die aan de bovenloopkranen bevestigd kunnen worden.

Andere installaties in het decontaminatiegebouw zijn:

- wasautomaten in de wasserij;
- zuurkasten in het laboratorium;
- reinigingsunits voor transportcontainers.

2.2.2 Installaties waterbehandeling

Ten behoeve van de waterbehandeling zijn installaties beschikbaar die noodzakelijk zijn om de vloeibare afvalstromen zoveel mogelijk te **reinigen**, zoals:

- **opslagbassins**;
- **behandel- en opslagtanks**;

- waterzuiveringstechnologie, zoals **bijv. microfiltratie en** reverse osmose;
- slibcentrifuge;
- slibdroogunits;
- **zeelozingsleiding.**

In Figuur 5 wordt een globaal processchema van de waterbehandeling bij de DWT weergegeven. In het waterbehandelingsgebouw bevindt zich ook een sorteerruimte voor het scheiden van radioactief afval. Een meetunit zorgt voor de activiteitsmetingen van het afval, waarna het scheiden van het materiaal kan plaatsvinden.

2.2.3 Installaties vast-afvalverwerking

Voor het verwerken van vast afval zijn in de van de buitenlucht afgesloten segmenteer cel de volgende installaties beschikbaar:

- knipinstallatie;
- 90-tons persinstallatie.

Om het radioactief afval in de daarvoor bestemde COVRA vaten te kunnen plaatsen zijn de bovengenoemde mechanische attributen noodzakelijk om het volume aanzienlijk te kunnen reduceren. Daarnaast zijn in de cel hijsvoorzieningen aanwezig ten behoeve van het transporteren van materialen **tevens is in het gebouw een bovenloopkraan aanwezig.**

Buiten de segmenteer cel **is er een afgeschermde meetinstallatie ten behoeve van afval vaten** aanwezig.

In Figuur 6 wordt een globaal processchema van het verwerken van vast radioactief afval weergegeven.

2.2.4 Installaties Waste Transfer Unit

De WTU wordt gekenmerkt door:

- de WTU installatie (Figuur 7);
- de HVAC units (luchtbehandelingsinstallatie);
- de MCC (Motor Control Center);
- bedieningsruimtes voor de telemanipulatoren;
- de sluis voor de IP-2/type-B transportcontainer;
- het W-container dockstation;
- een ruimte voor tijdelijke opslag van beladen IP-2/type-B containers voor transport;
- een controlekamer.

In de WTU wordt het afval overgeladen in zogenoemde IP-2/type B containers voor transport over de openbare weg naar de service provider, voor verdere verwerking en verpakking naar de standaarden van COVRA. Om de belasting van mens en milieu te minimaliseren zijn de containmentfunctie en afscherming van installaties binnen het WTU gebouw ontworpen op basis van de hoogst verwachte radioactieve bronsterkten.

2.2.5 Installaties Intermediate Storage Facility

De ISF is voorzien van een intern transportsysteem om de pallets met RA-afval van de voorruimte naar de opslaglocatie te verplaatsen en vice versa. De opslagcompartimenten zijn voorzien van een transportsysteem voor pallets, met groen aangegeven in Figuur 8. Het transport tussen de opslagcompartimenten en de in- en uitvoer posities in de voorruimte wordt gerealiseerd met twee haaks op de opslagcompartimenten geplaatste transportsystemen, in geel aangegeven in Figuur 8.

De bediening van het intern transportsysteem geschied vanuit de voorruimte van het gebouw.

2.2.6 Vloeistofdichte vloer

Het opslagterrein ten westen van het waterbehandelingsgebouw is voorzien van een vloeistofdichte vloer.

De vloeistofdichte opslagvloer buiten op het DWT-complex wordt gebruikt voor:

- Het buiten opslaan van divers materiaal, waaronder componenten en schrootonderdelen, NORM-houdend vast afval, en tanks en **tijdelijke opslag van tanks**.
- Het overpakken/uitpakken/overpompen/segmenteren van voorwerpen, installatieonderdelen en of afvalstoffen en andere werkzaamheden die niet in de gebouwen plaats kunnen plaatsvinden.
- Het met speciale apparatuur met adequate voorzieningen om mens en milieu te beschermen spoelen/decontamineren van grote tanken/voorwerpen die niet in de gebouwen passen.

Deze vloeistofdichte opslagvloer bestaat uit stelconplaten die waterdicht zijn afgekit, met daarop aangesloten een afwateringssysteem ten behoeve van de afvoer van (hemel)water. Water dat op de vloer terechtkomt, wordt via een goten- en buizensysteem afgevoerd naar een slibafscheider. Via een olie/waterscheider en een controleput komt het in een pompput terecht, van waaruit het water naar het OLP-rioolstelsel wordt gepompt. Van hieruit wordt het, samen met andere afvalwaterstromen van de OLP, naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie van het Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen gevoerd. In bijzondere gevallen, zoals calamiteiten, is het mogelijk om het water vanuit de pompput naar de waterbehandelingsinstallatie te laten afvoeren.

2.3 Algemene voorzieningen

Op de Onderzoekslocatie Petten (OLP) bevinden zich diverse bedrijven. Een aantal voorzieningen, dat voor meerdere bedrijven relevant zijn, is centraal (voor de gehele OLP) georganiseerd. De volgende veiligheidsrelevante centrale voorzieningen zijn van belang voor deze installatie:

- **Quick Response Team (QRT);**
- gebouwbeheerssysteem;
- elektrotechnische voorzieningen;
- afvalwatersystemen;
- perslucht;
- beveiliging;
- bedrijfsnoodplan;
- voorzieningen voor reductie van gevolgen van ongevallen.

2.3.1 Elektrotechnische voorzieningen

Bij de elektrotechnische voorzieningen kan onderscheid worden gemaakt tussen de voorzieningen voor normaal bedrijf en de noodstroomvoorzieningen.

NRG heeft noodstroomvoorzieningen die bij uitvallen van de externe stroomtoevoer binnen 10 seconden de belangrijkste installaties van stroom voorzien. De ventilatiesystemen en noodverlichting van DWT zijn aangesloten op een noodstroomvoorziening.

2.3.2 Afvalwatersystemen

Van de vele typen leidingen die het terrein doorsnijden, zal hier nader worden ingegaan op de leidingen voor radioactief afvalwater. In Figuur 1 zijn de relevante leidingen aangegeven.

Riolering

Sanitair afvalwater en bedrijfsafvalwater wordt, voor zover het niet afkomstig is van een radiologisch werkgebied, opgevangen in een rioolstelsel op het terrein. Het opgevangen afvalwater loopt, deels via een leiding onder vrij verval, deels via een persleiding, naar een pompput. Van hier uit wordt het door een persleiding naar een pompput van het Hoogheemraadschap gepompt, van waar het verder wordt gepompt naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

In bijzondere gevallen bestaat de mogelijkheid om binnen de vrijstellingsgrenzen voor lozing op het openbare riool, te lozen op het riool.

Afvoerleidingen voor radioactief afvalwater

DWT is een centrale faciliteit voor het behandelen van (mogelijk) met radioactieve stoffen besmet afvalwater afkomstig van diverse bedrijven van de OLP. Voor het transport van het vrijkomende afvalwater van de betreffende productielocaties naar de DWT, is gekozen voor twee verschillende systemen:

- Een deel van het afvalwater wordt verzameld in tanks nabij de productielocaties. Deze tanks zijn opgesteld in grotendeels ondergrondse betonnen bakken en worden terreinputten of waste tanks

genoemd. Afvoer van het in de putten opgeslagen afvalwater naar de DWT vindt plaats met behulp van een tankwagen.

- Het overige afvalwater wordt via ondergrondse leidingen naar de DWT afgevoerd.

Het behandelde water wordt na behandeling via een speciale zeelozingsleiding afgevoerd naar zee.

Zeelozingsleiding

De zeelozingsleiding wordt gebruikt om uit radiologische ruimtes afkomstig afvalwater te lozen in zee.

De ca. 4,4 km lange leiding loopt vanaf het waterbehandelingsgebouw ondergronds in westelijke richting.

De zeelozingsleiding bestaat uit een HDPE buis met een binnendiameter van 6,3 cm, welke omwikkeld is met diverse versterkende en beschermende lagen van verschillende materialen. De leiding loopt vanuit het zeelozingsbassin in het waterbehandelingsgebouw ondergronds via een inspectieput buiten de OLP-terreingrens in westelijke richting. In de nabijheid van de waterlijn is de leiding verankerd in beton. Aan het eind van de leiding is een spuitstuk gemonteerd op een betonnen voetstuk. De positie van de leiding in de zeebodem wordt jaarlijks door een extern bedrijf vastgesteld. De leiding wordt jaarlijks op lektheid gecontroleerd.

Voor het eerste deel van de leiding (op het land) is lekdetectie door middel van “vloeistofniveaumeting” toegepast. Tussen de binnen- en buitenmantel bevindt zich een vloeistoflaag, welke is verbonden met een voorraadtankje in een gebouw op het DWT-complex. Als één van beide mantels lek raakt, zal het vloeistofniveau in de voorraadtank wijzigen. Dit wordt elektronisch gesignaleerd en door middel van een waarschuwinglamp zichtbaar gemaakt aan de operator. Tevens is deze lekdetectie aangesloten op het gebouwbeheersysteem (GBS).

2.3.3 Beveiliging

Beveiligings voorzieningen zijn getroffen zoals in het door de overheid goedgekeurde en geldende beveiligingspakket.

3 Bedrijfservaring en rechtvaardiging

3.1 Historisch overzicht

De DWT is in gebruik vanaf begin jaren '60. Thans bestaat de faciliteit uit drie gebouwen waarvan het vast-afvalverwerkingsgebouw in twee gedeelten is geconstrueerd, een opslagterrein en enkele ondergrondse leidingen, gangen en goten. Oorspronkelijk is de DWT opgezet als faciliteit ten behoeve van de overige nucleaire faciliteiten van de OLP. De meest voorkomende nucliden in het afval waren afkomstig van onderzoek naar de splijtstofcyclus en materialenonderzoek. In het verleden verwerkte RCN en later het ECN ook het **ILW-L/ ILW-H** radioactieve afval afkomstig uit Nederland. Deze laatste activiteit is intussen volledig overgedragen aan de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA).

DWT heeft tal van veranderingen en aanpassingen ondergaan om de bedrijfsoperaties steeds naar de meest recente inzichten te kunnen uitvoeren. De wijzigingen en aanpassingen betroffen zowel technische, organisatorische als bedrijfsmatige zaken, alsmede de arbeidsomstandigheden.

Een belangrijke bouwkundige wijziging was het verwijderen van de 1500 ton pers uit de radiologische cel in het vast-afvalverwerkingsgebouw. De COVRA heeft het persen van vaten volledig overgenomen. Relevant bij de waterbehandeling is dat in het verleden de waterbassins van open naar gesloten systemen zijn omgebouwd. In het waterbehandelingsgebouw is de waterbehandeling en slibdroging geoptimaliseerd conform de stand der techniek. Hierbij is ruime aandacht gegeven aan de stralingshygiënische zorg door voorzieningen als aangepaste ventilatie en voldoende afscherming.

Door de installatie van keramische membraamfilter units ten behoeve van afvalwaterzuivering voldoet deze installatie aan het criterium “Best Technical Means” en is de milieubelasting door zware metalen zeer sterk afgenomen.

Ten behoeve van het scheiden en drogen van slib zijn nieuwe slibdroogunits en een slibcentrifuge geïnstalleerd. Deze “Best Technical Means” installatie is een sterke verbetering van de arbeidsomstandigheden, waardoor het slib efficiënter wordt verwerkt. In de afgelopen jaren is de efficiency van de slibafscheiding door de centrifuge geoptimaliseerd.

Voor de tijdelijke opslag van grote componenten die ter decontaminatie zijn aangeboden, is een vloeistofdichte vloer geïnstalleerd.

Adequate stralingsmeetapparatuur waaronder besmettingsmeters en een hand-/voetmonitor zijn aanwezig welke jaarlijks worden gekalibreerd. Voor een goede personenbesmettingscontrole staat bij de ingang van het decontaminatiegebouw een portaalmonitor.

Vanuit het oogpunt van de arbeidsomstandigheden is een nieuwe transportband in gebruik genomen voor de vatenopslag in het waterbehandelingsgebouw.

De decocel in het decontaminatiegebouw is volledig gerenoveerd en heringericht, zodat de decontaminatiewerkzaamheden, met name bij hogedrukreiniging, veilig kunnen plaatsvinden. Ook zijn extra veiligheidsvoorzieningen op het bedieningspaneel aangebracht.

In het kader van het afvalbeheer wordt laagactief afval en niet-actief afval bij de bron gescheiden.

Er is een geautomatiseerd administratieprogramma aanwezig voor het registreren van de afvalverwerking met betrekking tot het verpersen van laagactief radioactief afval en het afvoeren van vaten met laagactief afval conform COVRA-eisen.

Verder zijn ook de volgende verbeteringen de laatste jaren doorgevoerd:

- installatie van diverse instelbare mobiele heftafels, zodat aan- en afvoer van radioactief besmette voorwerpen eenvoudiger en veiliger plaatsvindt;
- aanvulling met stortmatten en verbetering van de grondbedekking op de zeebodem aan het uiteinde van de zeelozingsleiding;
- opvulling van een onderspoeld stuk van de zeelozingsleiding;
- in gebouw 22 is een bergplaats voor radioactief materiaal/afval gerealiseerd;
- in gebouw 22 is een mengtank geïnstalleerd t.b.v. een betere werking van de slibcentrifuge van de waterbehandeling
- in gebouw 21 zijn reinigingsunits gerealiseerd t.b.v. van **diverse transport**containers.

De gemiddelde jaardosis per medewerker fluctueert als gevolg van het variabele aanbod met ongeveer een factor 2. In de periode 2010 – 2019 varieert de gemiddelde jaardosis van 0,22 tot **0,57** mSv en de maximale individuele jaardosis van **0,9** tot **1,52** mSv.

Na de beëindiging van de activiteiten m.b.t. de ontmanteling van generatoren van **Curium** is gebouw 24 beschikbaar gekomen voor nieuwe activiteiten. Er is een Waste Transfer Unit gebouwd waarmee 'historisch afval' zodanig verpakt kan worden dat het veilig over de weg vervoerd kan worden.

3.2 Bedrijfservaring

De DWT is een dienstverlenende faciliteit binnen NRG die streeft naar volumereductie van radioactieve afvalstromen door scheiding, hergebruik en recycling. Op basis van het managementsysteem is er een continue ontwikkeling om processen te optimaliseren en te verbeteren.

Decontaminatie

De decontaminatiewerkzaamheden hebben zich ontwikkeld van handmatig naar mechanische toepassingen naar semi-geautomatiseerde technieken (van borstel tot hoge-drukreiniging). Onderzoek naar verbeterde technieken heeft geleid tot een adequate en efficiëntere decontaminatietechniek, namelijk hogedrukreiniging. Effectiever gebruik van chemicaliën is een andere ontwikkeling op het gebied van decontaminatie. Het streven is volumereductie van het radioactief afval met zoveel mogelijk hergebruik van materialen.

Met radioactieve stoffen besmette voorwerpen worden, meestal met behulp van natte techniek, gedecontamineerd. Voorbeelden van gebruikte technieken zijn hogedruk waterstralen, chemisch reinigen in een vloeistofbad of dompelspoelmachine en (nat) abrasief stralen. Het decontamineren van productiepijpen uit de olie-/gasindustrie wordt met behulp van hogedrukreiniging in een gesloten systeem uitgevoerd waardoor verspreiding van radioactieve deeltjes wordt voorkomen.

Naast eigen onderzoek worden ontwikkelingen op het gebied van decontaminatie gevolgd. Technieken die het decontaminatieproces kunnen verbeteren en de afvalverwerking kunnen ontlasten, worden ontwikkeld en op economische en technische haalbaarheid voor industriële toepassing getoetst.

De oude slibdrooglijn en de hoppers zijn rond 2003 vervangen door een “nieuwe slibdrooglijn” die in het waterbehandelingsgebouw is gerealiseerd en in gebruik genomen. In 2008 is er d.m.v. een slibcentrifuge met een grotere capaciteit een efficiëntieslag voor de nieuwe slibdrooglijn gemaakt.

Tevens is in 2008 in deze ruimte een reinigingsunit voor o.a. Ganuk en Midus containers gerealiseerd.

Aan de werkzaamheden in het decontaminatiegebouw zijn handelingen met splijtstoffen toegevoegd in verband met decontaminatie van voorwerpen afkomstig van de nucleaire (bijv. Urenco) en niet-nucleaire industrie die meer dan 0,1 gewicht-% uranium of 3 gewicht-% thorium bevatten.

Waterbehandeling

Afvalwater dat (mogelijk) radioactief verontreinigd is als gevolg van de werkzaamheden wordt behandeld en gezuiverd. Het opvangen en verzamelen van de vloeibare afvalstromen gebeurt in dagtanks of bassins die afgesloten zijn van de buitenlucht. Het operationeel hebben van een membraanfiltratiesysteem in het gebouw 22 zorgt ervoor dat het gereinigde water verantwoord afgevoerd kan worden naar de Noordzee. Voor de slibverwerking is een slibcentrifuge en slibdroogunits in gebruik die zorgen voor een snellere en effectieve manier van slibbehandeling en -afvoer.

Opslag

Ten behoeve van het tijdelijk buiten opslaan van en het uitvoeren van handelingen met divers materiaal, onder andere productiepijpen, tanks en containers met besmette boventubings is een vloeistofdichte vloer geplaatst die bij calamiteiten de bodem beschermt tegen eventuele radiologische en/of chemische verontreiniging. Bij “normaal” bedrijf wordt het hemelwater, na scheiding van slib- en olieresten, afgevoerd naar het openbare riool. Bij calamiteiten wordt de afvoer naar de waterbehandeling overgezet. Vanwege de toename en uitbreiding van werkzaamheden in het decontaminatiegebouw is ook de inventaris van de interim opslag op de vloeistofdichte vloer in afwachting van behandeling verhoogd.

Vast afvalverwerking

Bij de vast-afvalverwerking wordt het scheiden van afval geoptimaliseerd door middel van het toepassen van scheidingstechnieken en ontmanteling. Hiervoor was onder andere een ontmantelingslijn voor de generatoren van Mallinckrodt ontwikkeld. Divers materiaal als polyethyleen verpakking, karton en papier werd gescheiden en waar mogelijk hergebruikt. De vervallen ontmantelde Mo/Tc-bronnen gingen evenals de onderdelen van de generatoren gedemonteerd retour naar **Curium**.

Hars afkomstig van de HFR **kan worden** opgeslagen in gebouw 22.

3.3 Rechtvaardiging

DWT is opgericht teneinde de radioactieve afvalstroom te verkleinen en het hergebruik en de recycling van producten te optimaliseren. DWT is in staat een totaalpakket aan te bieden dat zorg draagt voor een veilige en efficiënte behandeling en verwerking van de radioactieve afvalstromen.

De nieuw te bouwen WTU biedt NRG de mogelijkheid om het op de OLP opgeslagen “historisch afval” op een verantwoorde wijze af te voeren conform de huidige regelgeving.



Door de aanwezige expertise is NRG in staat deskundig advies en ondersteuning te geven aan industrieën en overheidsinstellingen die te maken hebben met radiologische problemen. Vooral de olie-/gasindustrie vraagt sinds de jaren '80 veelvuldig hulp bij het oplossen van het probleem door afzetting van radioactief scale in boor- en productielocaties. De petrochemische en andere industriesectoren die natuurlijke ruwe grondstoffen gebruiken en/of processen toepassen die radiologische problemen met zich meebrengen zijn ook bekend met de expertise van NRG.

Door besmette componenten te decontamineren wordt de hoeveelheid radioactief afval aanzienlijk gereduceerd en komt het gereinigd materiaal voor hergebruik in aanmerking. Door de afvoer van radioactief afval naar de COVRA beperkt te houden en door recycling van producten na te streven, wordt het milieu zo min mogelijk belast.

Afvalverwerking is opgenomen onder 1.D.4 van de **Regeling basisveiligheidsnormen stralingsbescherming**.

4 Behandeling en opslag van radioactieve stoffen, splijtstoffen en radioactief besmette componenten

4.1 Aard van de radioactieve stoffen

4.1.1 Waste Transfer Unitgebouw

In de Waste Transfer Unit wordt historisch **ILW-L en ILW-H** afval verpakt in transportverpakkingen die voldoen aan de regelgeving m.b.t. vervoer en de aanlevercriteria van de verwerker. Het afval wordt aangeleverd in gesloten verpakkingen welke geheel in een transportverpakking worden geplaatst. Het afval bevat een spectrum van radionucliden waaronder ^3H , ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{99}Tc , ^{134}Cs en ^{137}Cs .

4.1.2 Intermediate Storage Facility (ISF)

In de Intermediate Storage Facility wordt gebruikt voor de tijdelijke opslag van operationeel en historisch afval in afwachting op transport naar de COVRA of andere geautoriseerde verwerkers. Het afval is opgeslagen in Type A transportverpakkingen die voldoen aan de regelgeving m.b.t. vervoer en de aanlevercriteria van de verwerker. De volgende afvalstromen worden opgeslagen in de ISF:

- vloeibaar middelactief afval van de molybdeenproductie in MTC's vloeistof type 1 en 2 (met sporen van splijtbaar materiaal);
- vloeibaar laagactief afval van de molybdeenproductie in 30L vaten vloeistof type 3 en 4;
- vast middel en laag actief afval van onderzoeksactiviteiten uitgevoerd in de overige installaties van NRG binnen de inrichting in blauwe vaten.

Blauwe vaten met een contactdosistempo $> 2 \text{ mSv}\cdot\text{h}^{-1}$ worden in een z.g. "overpack" met extra afscherming geplaatst.

Het afval dat opgeslagen wordt in de ISF bevat een spectrum van radionucliden waaronder ^3H , ^{51}Cr , ^{55}Fe , ^{60}Co , ^{63}Ni , ^{65}Zn , ^{89}Sr , ^{91}Y , ^{99}Tc , ^{109}Cd , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{141}Ce en ^{181}W .

Het RA-afval dat opgeslagen wordt in de ISF bevat slechts geringe concentraties splijtbare nucliden waardoor criticiteit uitgesloten is. In de ISF wordt geen afval opgeslagen dat conform ADR-richtlijnen geclassificeerd is als "fissile". De veiligheid ten aanzien van criticiteit wordt in de ISF

geborgd door het hanteren van de limieten aan de concentratie c.q. hoeveelheid splijtbare nucliden die in de ADR-richtlijnen gesteld worden voor verpakkingen zonder de classificatie “fissile”.

4.1.3 Overige gebouwen

In de overige DWT gebouwen en installaties worden radioactief besmette voorwerpen en radioactief afvalwater gereinigd, radioactieve reststoffen uitgesorteerd, geconditioneerd en/of tijdelijk opgeslagen ten behoeve van verdere verwerking en (resterende) radioactieve afvalstoffen gereedgemaakt en beladen in containers voor transport naar de COVRA of andere geautoriseerde verwerkers. Door de aard van de werkzaamheden en de herkomst van de radioactieve stoffen zal de radionuclideninventaris van de DWT voortdurend wijzigen.

Karakteristieke radionucliden in of op voorwerpen en reststoffen afkomstig van de niet-nucleaire industrie, onder meer de olie- en gas industrie, zijn radionucliden uit de ^{238}U -reeks en de ^{232}Th -reeks.

De kunstmatige radionucliden zijn onder meer afkomstig van ter decontaminatie aangeboden voorwerpen van diverse afzenders, reststoffen uit de nucleaire industrie en van het afvalwater van diverse installaties van de OLP, zoals ECN, de HFR, Mallinckrodt Pharmaceuticals en HCL. De samenstelling is divers van aard. Het gaat hierbij om een spectrum van radionucliden, met name activerings- en splijtingsproducten zoals ^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{99}Mo , ^{115}Cd en ^{137}Cs .

Radionucliden uit de ^{238}U - en ^{235}U -reeks komen bij DWT in lage concentraties c.q. kleine hoeveelheden voor in de vorm van radioactieve besmettingen (scales) op voorwerpen afkomstig van de nucleaire industrie. Bij chemische decontaminatie komen de genoemde radionucliden geconcentreerd in vloeistoffen terecht en vervolgens in het afgescheiden slib.

Splijtstoffen kunnen aanwezig zijn in de vorm van transport/opslag-containers die verarmd uranium bevatten en of andere (gebruiks)voorwerpen die meer dan 3 gewicht-% thorium (bijv. gasgloeikousjes, stempels die gebruikt worden in de olie- en gasindustrie etc.) of meer dan 0,1 gewicht-% uranium bevatten (bijv. uraniumbekers etc.). De splijtstoffen worden ruwweg onderscheiden in de volgende categorieën:

- splijtstof in vaste chemische verbindingen;
- splijtstof opgelost in vloeistoffen;
- splijtstof in transportcontainers van verarmd uranium.

Verder kunnen in zowel gebouw 025 als gebouw 022 verarmd uraanhoudende transportcontainers opgeslagen zijn in het kader van in- of uitgaand transport.

Het gehanteerde uranium is in te delen in drie categorieën:

- verarmd uranium (het percentage ^{235}U is kleiner dan 0,7 %);
- natuurlijk uranium (het percentage ^{235}U is 0,7 %);
- laag verrijkt uranium (percentage ^{235}U tussen 0,7 % en 20 %).

4.2 Hoeveelheid radioactieve stoffen en splijtstoffen

4.2.1 Waste Transfer Unitgebouw

De aard en de hoeveelheid radioactieve stoffen in het via de WTU af te voeren afval is afgeleid van de inventaris die nu opgeslagen ligt in de WSF. In onderstaande tabel zijn de belangrijkste nucliden weergegeven met daarbij de activiteit die op enig moment aanwezig kan zijn in de WTU.

Tabel 4-1 Omhullende nuclideninventaris (maximale activiteit van dominante radionucliden in TBq) die op enig moment in een transportcontainer aanwezig kan zijn in de WTU

| nuclide | Omhullende nuclideninventaris in een transport-container (TBq) in de WTU |
|---------------|--|
| H-3 | 3,8 |
| Mn-54 | 8,50E-06 |
| Fe-55 | 1,1 |
| Co-60 | 2,8 |
| Ni-63 | 0,55 |
| Zn-65 | 1,20E-07 |
| Nb-94 | 4,80E-03 |
| Sb-125 | 4,20E-05 |
| Te-125m | 4,20E-05 |
| Cs-134 | 1,10E-04 |
| Cs-137 | 1,5 |
| Ba-137m | 1,5 |
| Totaal | 11,4 TBq |

In het WTU-gebouw zijn maximaal drie transportcontainers tegelijkertijd aanwezig, waarmee de maximale activiteit in het WTU-gebouw 34,2 TBq bedraagt t.g.v. het radioactief-afval project. De inventaris van de gesloten, beladen transportcontainers in de opslagruimte in het WTU-gebouw leveren slechts een kleine, getalsmatig te verwaarlozen bijdrage aan het risico en de ongevalsgevolgen.

4.2.2 Intermediate Storage Facility

De ISF wordt gebruikt voor de opslag van verschillende afvalstromen in diverse samenstellingen.

Tabel 4-2 toont de Type A verpakkingen die opgeslagen kunnen worden in de ISF.

Tabel 4-2 Type A transportverpakkingen opgeslagen in de ISF

| Type A-verpakking | Beschrijving van de inhoud | Max aantal per ISF positie |
|--|--|---|
| MTC | Container met type 1 of type 2 vloeibaar afval uit de MPF | 1 (max 24 in ISF) |
| Vloeistofvat 30 L in combinatie-verpakking | Een vloeistofvat met type 3 of type 4 vloeibaar afval uit de MPF. Deze vloeistofvaten zijn per 4 verpakt in een lekbak (combinatieverpakking) | 2 combinatie verpakkingen met in totaal 8 30L vaten |
| Blauw COVRA vat | Type A verpakking voor vast afval. Gecertificeerd stalen dekselvat, inhoud 90 liter/100 kg. De vaten bevatten afval uit o.a. de DWT, RAP-sorteerproces en de MPF. | 1 pallet met 8 vaten |
| Blauw COVRA vat in overpack | Type A verpakking voor vast afval. De overpack wordt gebruikt om het dosistempo op de buitenkant van de overpack te reduceren tot minder dan 2 mSv·h-1. | 1 pallet met 2 overpacks |

Voor de nuclideninventaris ten behoeve van ongevalsanalyses is uitgegaan van de maximale beschikbare fysieke ruimte van 40 palletposities en de maximale inventaris per type verpakking op

een pallet positie. Tabel 4-3 toont de omhullende configuraties voor de ongevalsanalyses met betrekking tot het maximum dosistempo en de maximale inventaris.

Tabel 4-3 Omhullende configuraties voor de ongevalsanalyses van de ISF

| Configuratie | MTC | Vloeistofvat 30L in combinatie- verpakking | Blauw COVRA vat | Blauw COVRA vat in overpack | Aantal gebuikte posities |
|-----------------------|-------------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| maximum inventaris | 24 MTC's op 24 posities | | 128 vaten op 16 posities | | 40 |
| maximum dosistempo | | | 320 vaten op 40 posities | | 40 |

4.2.3 Overige gebouwen en faciliteiten

De aard en de hoeveelheid radioactieve stoffen in de overige gebouwen zijn sterk wisselend, waardoor de totale hoeveelheden van radioactieve stoffen variëren. Bij DWT worden slechts veilige hoeveelheden splijtstof gehanteerd waardoor criticiteit uitgesloten is. De splijtstoffen zijn aanwezig in de vorm van besmetting op te decontamineren gebruiksvoorwerpen of materialen die meer dan 3 gewicht % thorium of 0,1 gewicht % uranium bevatten, in splijtstof(resten) bevattende scales of decovloeistoffen of als afschermingsmateriaal in gecertificeerde containers.

De veiligheid ten aanzien van criticiteit wordt bij DWT in eerste instantie geborgd door zeker te stellen dat de hoeveelheid splijtstof binnen een zogenaamde splijtstofzone te allen tijden onder de massalimiet blijft. De waarde van deze massalimiet wordt uitgedrukt in gram ^{235}U -equivalent en afhankelijk van het overige materiaal in de splijtstofzone (Tabel 4-4). Als sterke neutronenreflectoren als zwaar water, beryllium, grafiet en lood afwezig zijn is de veilige massa 340 gram ^{235}U -equivalent. Als deze materialen wel aanwezig zijn, maar geen neutronenproducerende materiaal als natuurlijk of verarmd uranium, dan is de veilige massa lager, nl. 110 gram ^{235}U -equivalent. Door administratieve procedures wordt het beperken van de hoeveelheden splijtbaar materiaal zeker gesteld.



Indien er niet kan voldaan aan de massalimiet, zoals gesteld in Tabel 4-4, moet er een criticiteits-assessment of criticiteitsanalyse worden uitgevoerd om te komen tot aangepaste veilige massa's met inachtneming van de daadwerkelijk situatie in de splijstofzone.

De bij NRG gehanteerde definitie van een splijstofzone is gebaseerd op IAEA-documenten en wordt gedefinieerd als een daarvoor bestemde en aangewezen ruimte waarin zich een hoeveelheid splijstof (o.a. ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu , ^{241}Pu). bevindt die groter kan zijn dan 100 gram. Natuurlijk en verarmd uranium zijn uitgezonderd van deze definitie.

Tabel 4-4 Veilige splijstofmassa per splijstofzone uitgedrukt in ^{235}U -equivalent

| Aan-/afwezigheid reflectormateriaal | Veilige massa (gram ^{235}U -splijstofeq.) |
|---|--|
| Generiek (alle geometrieën en materialen) | (-)* |
| Geen natuurlijk of verarmd uranium | 110 |
| Geen zwaar water, beryllium, grafiet, lood, natuurlijk of verarmd uranium | 340 |

* In dit geval is een criticiteitsanalyse noodzakelijk

Tabel 4-5 Inventaris ten behoeve van ongevalsanalyses

| Locatie | Inventaris [GBq] | Dominante bronnen |
|--|------------------------|---|
| Decontaminatiegebouw (021) | 450 | Harsvaten (werkvoorraad t.b.v. monsternamen en karakterisatie), Slib Besmette voorwerpen |
| Waterbehandelingsgebouw (022) | 16.600 (30.000) | Verzameld slib in bassins Opslag vast afval Bronnen van derden *) Harsvaten (opslag) Opslag transportcontainers |
| Vast-afvalverwerkingsgebouw (025) | 100 | Persvoorraad vaten Opslag besmette componenten |
| Waste Transfer Unitgebouw (024) | 34.200 0,1 | Afval vanuit WSF Overige radioactieve stoffen |
| Intermediate Storage Facility (427) | 398.000 | Vloeibaar afval van de molybdeen productie Opslag vast afval |
| Vloeiendichte vloer (buiten) | 700 | Zeecontainers met besmette componenten |

*) Inventaris valt binnen de inventaris van gehele OLP en niet binnen deze inventaris.

Als gevolg van het aan- en afvoeren van uiteenlopende radioactief verontreinigde materialen in vaste en vloeibare vorm, zijn voor wat betreft de ongevalsanalyse de geschatte maximale hoeveelheden bepaald (Tabel 4-5). De opsomming in bovenstaande tabel is bij de in hoofdstuk 6 behandelde analyse van de (buiten)ontwerpbasisongevallen gehanteerd.

Toestellen waarmee ioniserende straling kan worden opgewekt zoals röntgentoestellen zijn bij de DWT niet aanwezig.

4.3 Registratie, inspectie en administratie

Acceptatie en ingangscntrole van de aangeboden radioactief besmette voorwerpen wordt altijd uitgevoerd. De activiteit van het aangeboden afvalwater wordt door analyse van representatieve monsters gemonitord. Conform de WVO vergunning van NRG worden periodiek steekmonsters genomen van het lozingswater ten behoeve van de analyse op zware metalen. Het lozingswater van iedere zeelozing wordt debietproportioneel bemonsterd en geanalyseerd op aanwezige radionucliden. De kwaliteit van de afgezogen lucht uit de radiologische ruimtes wordt continu gecontroleerd en geregistreerd. Regelmatig worden er inspecties uitgevoerd om de veiligheid binnen de DWT te waarborgen, waarbij gekeken wordt naar de aanwezigheid, de toestand en/of de werking van verschillende aspecten zoals procesonderdelen, installaties en detectieapparatuur.

Het aanbod van radioactief materiaal bij de DWT is divers en kan bestaan uit verscheidene objecten waaronder radioactief besmette voorwerpen, vaten met radioactief afval, schroot/tubingcontainers en/of vloeistoftanks. Gegevens over het radioactief materiaal dat binnenkomt, worden schriftelijk vastgelegd en administratief verwerkt in de registratie van radioactieve stoffen en zo nodig splijtstoffen. De gegevens over de bij DWT aanwezige radioactieve stoffen (hoeveelheden, locatie, hoedanigheid etc.) worden geadmistriseerd. De gegevens omvatten informatie over transport, decontaminatie, afval en eventueel uitgevoerde analyses.

Het uitgaande laagactieve materiaal wordt administratief verwerkt. De gegevens die worden vastgelegd hebben betrekking op de afvoer van afval naar de COVRA in vaten, waarbij de aard van de inhoud, het gewicht van het vat, de hoeveelheid activiteit, de stralingsbelasting aan het oppervlak en het aantal vaten zijn vermeld. Relevante informatie vanuit de stralingscontrole zoals stralingsbelasting wordt in kwartaaloverzichten vastgelegd.

DWT heeft een geautomatiseerd vatenverwerkingsprogramma waarin informatie over het in behandeling zijnde vast afval nauwkeurig wordt geregistreerd. Deze vatenadministratie geeft inzicht in de aan- en afvoer van vast afval in vaten waarvan de inhoud, het gewicht en het droge stof gehalte voldoen aan de strenge eisen van de COVRA.

4.4 Behandeling van radioactieve componenten/stoffen

4.4.1 Decontaminatie

Componenten die voor decontaminatie worden aangeboden, zijn sterk wisselend van vorm, grootte en type radioactieve besmetting.

De processen en activiteiten ten behoeve van decontaminatie zijn afhankelijk van besmettingsgraad en werkmethode:

- het decontamineren van radioactief besmette componenten in de decocel;
- het decontamineren van radioactief besmette componenten in de **decohallen**;
- het decontamineren van radioactief besmette componenten op de roostervloer in de decohal;
- het (o)verpompen, ontwateren en conditioneren van slibben **en harsen**;
- controle in of vanuit de telruimte;
- wassen van radioactief besmet textiel in wasserij;
- radioactiviteitsanalyse in laboratorium;
- het drogen van slib afkomstig uit waterbehandelingsgebouw in slibdroogruimte.

Het decontamineren van voorwerpen wordt op diverse manieren uitgevoerd, waaronder chemische en mechanisch-fysische decontaminatie. Kenmerkend voor deze wijze van decontaminatie is dat het onder ‘natte’ omstandigheden plaatsvindt, waardoor verspreiding van potentiële radioactieve deeltjes wordt voorkomen. Chemische decontaminatie gebeurt met behulp van zuren, basen en zeepachtige stoffen en mechanisch-fysische decontaminatie door gebruik te maken van hogedrukwaterreiniging en abrasiefstralen. Daarnaast kunnen onder meer ook ultrasoon reinigen en elektrolytisch polijsten worden toegepast. In enkele gevallen is het door de aard en omvang van de te decontamineren componenten noodzakelijk dat de componenten door een gespecialiseerd bedrijf buiten de inrichting NRG-Petten worden gedemonteerd. Het gespecialiseerde bedrijf wordt vooraf op de hoogte gesteld en voor zover mogelijk wordt de aard en omvang van aanwezige radioactiviteit aangegeven. Deze werkzaamheden worden onder direct toezicht van een deskundige van NRG uitgevoerd, waardoor geborgd is dat de werkzaamheden en de stralingshygiënische zorg conform de NRG-systematiek worden uitgevoerd.

Het verontreinigde water wordt vanuit de decohal via de roostervloer en vanuit de decocel via goten opgevangen in de kelderbassins en wordt van daaruit via een ondergrondse leiding naar het waterbehandelingsgebouw afgevoerd en daar behandeld.

4.4.2 Waterbehandeling

De belangrijkste activiteiten bij de waterbehandeling zijn het controleren, verzamelen (als buffer), behandelen van (mogelijk) radioactief afvalwater en vervolgens het effluent gecontroleerd verpompen naar de Noordzee via de zeelozingsleiding. Het afvalwater is afkomstig van de werkzaamheden bij de DWT en vanuit andere gebouwen op de OLP waar .

De processen en activiteiten bij de waterbehandeling zijn:

- het verzamelen, opslaan en behandelen van afvalwater van de OLP voordat verpomping naar zee plaatsvindt. In geval van calamiteiten kunnen de tanks als reservebassin fungeren;
- het toevoegen van flocculatiemiddel en base of zuur aan de tankinhoud;
- het scheiden van verontreinigde deeltjes uit het afvalwater door gebruik te maken van de principes van bezinking, centrifuge en membraamfiltratie;
- het scheiden en verwerken (slibverwijdering en slibdroging) van de vloeibare afvalstoffen;
- het opslaan van gedroogd slib in 100-liter vaten in afwachting van transport naar COVRA.

In het waterbehandelingsgebouw komen bij de centrale waterbehandeling vloeibare afvalstromen binnen die mogelijk radioactieve deeltjes bevatten waarbij separatie zal plaatsvinden tussen het radioactieve deel en niet-radioactieve deel, zie ook Figuur 5. De vaste deeltjes worden eerst grof gescheiden van het afvalwater door middel van bezinking in grote dagtanks nadat flocculatiemiddelen zijn toegevoegd. Na flocculatie, menging en bezinking zullen de vaste deeltjes zoveel mogelijk uit het water gecentrifugeerd worden. Na het centrifugeren zal het water een fijne scheidingsstap ondergaan met behulp van membraamfiltratie waarbij zwevend stof uit het afvalwater wordt verwijderd. Na het scheiden van water en slib zal het geconditioneerde slib gedroogd worden, waarna het voor opslag bij de COVRA gereed wordt gemaakt. Het gereinigde water zal uiteindelijk naar de Noordzee verpompt worden.

4.4.3 Vast afvalverwerking

De activiteiten ten behoeve van vast afvalverwerking zijn:

- Het mechanisch bewerken zoals knippen en/of persen van radioactief besmette voorwerpen in het afvalstadium, om geschikt te maken voor transport naar COVRA, in de persruimte;
- Het tijdelijk opslaan van radioactieve stoffen in de opslagruimte voor laag radioactief vast afval in stalen en kunststof vaten; opslag hiervan vindt plaats tot verdere verwerking plaatsvindt;
- het sorteren van afvalstoffen op activiteit en waar mogelijk afvoeren als bedrijfsafval en anders na verval van kortlevende isotopen afvoeren naar de COVRA
- het plaatsen van gesloten verpakkingen met hoog radioactief afval vanuit de WSF in verpakkingen (zoals een kreukelvat) en vervolgens in een container zodanig dat dit afval over de openbare weg afgevoerd kan worden. Dit gebeurt in de WTU beladingsinstallatie.

4.4.4 Waste Transfer Unit

In de Waste Transfer Unit worden gesloten verpakkingen met **ILW-L/ ILW-H** radioactief afval vanuit de WSF in een container geplaatst zodanig dat dit afval volgens vigerende wetgeving over de openbare weg afgevoerd kan worden.

4.5 Afvoer radioactieve stoffen en gedecontamineerde componenten

Het afvoeren van radioactieve stoffen wordt op diverse manieren uitgevoerd. Vast radioactief afval wordt na volumereductie gereedgemaakt voor transport in vaten naar de COVRA. Vloeibaar radioactief afval wordt ter behandeling naar het waterbehandelingsinstallatie verpompt of naar COVRA afgevoerd. Radioactieve reststoffen in lucht worden gecontroleerd naar buiten afgevoerd via filtersystemen. In paragraaf 5.4 is nader ingegaan op de afvoer van radioactief afval.

Radioactief verontreinigde componenten worden na decontaminatie gecontroleerd en waar mogelijk vrijgegeven en naar de klant teruggestuurd die het opnieuw in gebruik kan nemen. Indien de componenten niet kunnen worden vrijgegeven, worden ze als vast radioactief afval gereed gemaakt voor afvoer naar COVRA of erkende verwerkers.

Het in de WTU verpakte historisch afval wordt in gecertificeerde verpakkingen afgevoerd naar de COVRA.

5 Afvalstromen

5.1 Algemeen

Bij de DWT zijn de processen met laagactief materiaal zoveel mogelijk gericht op het hergebruik van materialen en reststoffen na verwijdering van de radioactieve bestanddelen. Het uitsorteren van radioactief materiaal en het behandelen van radioactief besmette voorwerpen zijn activiteiten waarbij recycling een belangrijke plaats inneemt.

Bij deze processen ontstaat radioactief afval in vaste of vloeibare vorm. De aard van het afval hangt af van de bewerkingen die met de radioactieve componenten worden uitgevoerd. In deze paragraaf wordt weergegeven welke afvalstromen ontstaan en welke behandelingen deze ondergaan.

5.2 Bedrijfsafval, niet radioactief

5.2.1 Recycling en verwerking

Bij de DWT bestaat het bedrijfsafval uit diverse fracties, waaronder huishoudelijk afval, en wordt zoveel mogelijk aan de bron gescheiden. Papier- en blikafval wordt structureel ingezameld en centraal op afroep afgevoerd. Kartonafval wordt via de interne ophaaldienst voor hergebruik ingezameld. Al het overige materiaal zoals plastics, huisvuil en dergelijke wordt in afvalcontainers gedeponeerd en periodiek opgehaald door een externe instantie. (Bedrijfs)afval dat niet gevaarlijk en niet-radioactief is, wordt afgevoerd ter definitieve vernietiging.

5.2.2 Lozing naar riool

Voor eventueel vrijkomend verontreinigd water uit voorwerpen die klaarliggen voor decontaminatie is een vloeistofdichte vloer aanwezig. In de WVO-vergunning is afvoer van hemelwater op het riool opgenomen dat afkomstig is van het opslagterrein voorzien van de vloeistofdichte vloer.

5.3 Gevaarlijk afval, niet radioactief

Onder gevaarlijk afval wordt verstaan afval dat niet radioactief is, maar dat gevaarlijk wordt beschouwd als bedoeld in de Wet Milieubeheer. Het Klein Chemisch Afval (KCA) wordt verzameld in de daarvoor bestemde containers en periodiek opgehaald door een externe instantie. Voor het afvoeren van gevaarlijk afval is een procedure aanwezig.

5.4 Radioactief afval

5.4.1 Aanvoer van radioactief materiaal voor verwerking en/of opslag

Aan de hand van stralings- en/of oppervlaktebesmettingsmetingen en eventueel additionele radiologische analyses, wordt bepaald of aangevoerd materiaal gedecontamineerd dient te worden. Waar mogelijk wordt het materiaal gescheiden ten behoeve van recycling en worden de restproducten van radioactief afval gereed gemaakt voor afvoer naar de COVRA. Potentieel radioactief besmet materiaal wordt in diverse vormen aangeboden aan de DWT conform de wettelijke ADR-eisen ten aanzien van transport en verpakking van radioactieve stoffen. Het aangeleverd materiaal bevat radioactieve producten die over het algemeen een lage specifieke activiteit hebben. Als resultaat van decontaminatie en ontmanteling kunnen vloeibare respectievelijk vaste afvalstromen ontstaan.

Het materiaal voor de WTU wordt aangeleverd in “WSF-vaten” en wordt getransporteerd in een daarvoor geschikte en veilige transportverpakking, zoals de W-container. De inhoud van het vat wordt bepaald tijdens het sorteerproces dat in de HCL plaatsvindt.

5.4.2 Ontstaan van radioactief afval tijdens verwerking van laagactief materiaal

Als gevolg van de diverse werkzaamheden zoals deze in paragraaf 4.4 zijn beschreven, zoals het decontamineren, het sorteren en het verwerken van radioactief besmette componenten en andersoortig materiaal, ontstaan bij de DWT reststromen die als radioactief afval moeten worden beschouwd. DWT produceert zelf vrijwel geen extra afval.

5.4.3 Afvoer van radioactief afval naar opslagfaciliteit

Al het overgebleven laagactief afval dat niet verder meer behandeld kan worden, wordt conform de daarvoor geldende eisen verpakt en tijdelijk opgeslagen in afwachting van transport naar de COVRA of andere geautoriseerde verwerker. De laatste mogelijkheid is vooral van toepassing voor NORM-afval (Naturally Occurring Radioactive Material).

De verzameling en opslag van radioactieve afvalstoffen, zowel vast als vloeibaar, vindt plaats conform de wettelijke eisen en richtlijnen.

5.5 Gevolgen van lozingen

5.5.1 Lozing naar zee

Het afvalwater dat mogelijk radioactief is, wordt eerst intensief behandeld in het gebouw 22 voordat het in zee geloosd mag worden. Na het bezinken en het filteren is de concentratie van radioactiviteit in het effluentwater dermate gereduceerd, dat afvoer naar de Noordzee mag plaatsvinden via de ca. 4,4 km lange zeelozingsleiding, zoals is opgenomen in de vergunning Wet Verontreinigde Oppervlaktewateren (WVO), afgegeven door de Directie Noordzee van Rijkswaterstaat.

De lozingslimiet voor het lozen op zee bedraagt 2000 Re_{ing} per jaar. Bij volledige benutting wordt de effectieve dosis voor leden van de bevolking geschat op 0,04 $\mu Sv/jaar$ (zie Veiligheidsrapport, deel 1). De karakteristieke lozing in de Noordzee bedraagt op jaarbasis ca. 200 Re_{ing} , voornamelijk bepaald door de aanwezigheid van 3H , ^{60}Co en ^{137}Cs in het afvalwater. De consequenties zijn navenant lager.

5.5.2 Lozing in lucht

Het radiologisch effect op de omgeving tijdens normale bedrijfsvoering van de DWT wordt voornamelijk door lozing van tritium bepaald. De lozingslimiet voor lozen in de lucht bedraagt 10 Re_{inh} per jaar. Bij volledige benutting wordt de effectieve dosis voor leden van de bevolking geschat op 0,25 $\mu Sv/jaar$ (zie Veiligheidsrapport, deel 1). De karakteristieke lozing in lucht op jaarbasis ca. 1 Re_{inh} . De consequenties zijn navenant lager.

In deel 1 is een overzicht gegeven van de aangevraagde limieten en bijbehorende effectieve dosis.

6 Veiligheidsevaluatie

6.1 Veiligheidsmaatregelen binnen DWT

Maatregelen ter verhoging van de veiligheid kunnen onderscheiden worden in materiële en organisatorische maatregelen. Deze beide groepen kunnen elk weer worden onderverdeeld naar hun doel:

- beperking van de hoeveelheden radioactieve stoffen binnen de eisen van de bedrijfsvoering;
- adequate afscherming van radioactieve bronnen;
- adequate opsluiting van radioactieve bronnen;
- andere, meer algemene doelen.

6.1.1 Materiële maatregelen

Bij de DWT zijn de volgende materiële maatregelen genomen om de radiologische consequenties zo veel mogelijk te beperken:

Algemeen

- Teneinde uit een oogpunt van veiligheid ongewenste situaties te voorkomen, is een noodstroomvoorziening aangebracht voor de verlichting van vluchtroutes en het ventilatie- annex onderdrukstelsel in de gebouwen.
- Adequate besmettingscontrolepunten en kledingwisselpunten zijn ingericht tussen ruimten van het gebouw onderling en tussen het gebouw en de buitenomgeving.
- Aanvullende stralings- en besmettingsmeetapparatuur is beschikbaar.

Adequate opsluiting van radioactieve bronnen

- Om verspreiding van luchtgedragen radioactieve stoffen te voorkomen worden de werkzaamheden bij de DWT zoveel mogelijk nat uitgevoerd.
- Doelmatige drukverschillen worden onderhouden tussen de delen van het gebouw onderling en tussen het gebouw en de buitenatmosfeer.
- Het handhaven van de voornoemde drukverschillen wordt gerealiseerd door middel van een ventilatiesysteem (zie hoofdstuk 2). Dit systeem onderhoudt een luchtstroom in het gehele gebouw en de installaties met uiteindelijke gecontroleerde afvoer naar de atmosfeer.

- Het persen van vast afval geschiedt in de segmenteercel, die afgesloten is van de overige ruimte en voorzien is van een eigen ventilatiesysteem, dat een onderdruk verzorgt. Lozing vindt slechts plaats na filtering (en bemonstering) van de uitgaande lucht.
- De WTU is voorzien van een eigen ventilatiesysteem.
- Besmette componenten zijn steeds afgesloten of zodanig ingepakt dat verspreiding van radioactieve stoffen wordt voorkomen.
- De bedrijfszekere toestand van de ventilatiesystemen wordt bereikt door de beschikbaarheid van reserveonderdelen, **een noodstroom voorziening**, en een nood-persluchtvoorziening (perslucht wordt onder andere gebruikt voor de regeling van het ventilatiesysteem).

Adequate afscherming van radioactieve bronnen

- Behoudens de WTU beladingsinstallatie worden bij DWT alleen laagactieve stoffen in behandeling genomen.
- Voor opslag van **ILW-L/ILW-H** afvalstoffen (tot 10 mSv/h aan het oppervlak) zijn een opslagruimte in het vast-afvalverwerkingsgebouw en een ruimte in het waterbehandelingsgebouw in gebruik.
- Met name bij de slibdrooglijn is gezorgd voor additionele afscherming door voldoende dikke ijzeren platen.
- **ILW-L/ILW-H** radioactief afval wordt gehanteerd in gesloten verpakkingen in een speciaal daarvoor afgeschermd installatie (beladingsinstallatie).

Detectie van onregelmatigheden

- Voor het vaststellen van onverwachte stralingsvelden zijn gamma-alarmonitors opgesteld. Deze registreren continu het omgevingsdosistempo en geven alarm bij een overschrijding van een vooringesteld niveau.
- Bij het wegvallen van de onderdruk volgt een alarm via het gebouwbeheerssysteem (GBS).
- Ter detectie van een onverwachte, grote luchtbesmetting zijn permanent continue luchtstofmonitors (CLM) op diverse plaatsen opgesteld.
- Branddetectoren zijn in alle gebouwen aanwezig. Een alarm wordt automatisch doorgeleid naar de bedrijfsbrandweer.
- Binnen DWT zijn, waar nodig, in de gebouwen lekdetectiesystemen geïnstalleerd welke op het gebouwbeheerssysteem zijn aangesloten.
- Een lekdetectie is aanwezig om eventuele lekkage in het eerste deel van de zeelozingsleiding te detecteren.

6.1.2 Organisatorische maatregelen

Algemeen

- Bij afwijkingen van de normale procedures zal, indien noodzakelijk, een werkplan worden opgesteld en worden goedgekeurd door de verantwoordelijk manager. In bijzondere gevallen is goedkeuring door de algemeen stralingsdeskundige vereist.
- Alle radioactieve voorwerpen en de voorgenomen behandeling van deze voorwerpen worden beoordeeld aan de hand van door de opdrachtgever verstrekte gegevens.
- Het verbreken van afschermingen en van opsluitingen, het uitvoeren van materiaaltransfers tussen de installaties en het uitvoeren van transporthandelingen met gemotoriseerde werktuigen, is uitsluitend toegestaan aan daartoe door de manager aangewezen medewerkers.
- De verantwoordelijkheden ten aanzien van de veiligheid en het optreden in normale- en noodsituaties zijn vastgelegd in het 'Algemeen Voorschrift Veiligheid, Gezondheid, Welzijn en Milieu' (NRG).
- Hijswerktuigen en hogedrukaccessoires worden volgens wettelijke richtlijnen periodiek gecontroleerd en gecertificeerd.
- Naast de hierboven genoemde organisatorische maatregelen, bevorderen alle tot het managementsysteem behorende procedures en voorschriften een veilig bedrijf van de DWT.

Adequate verpakking van radioactieve bronnen

- Elk voor decontaminatie binnen DWT gebracht voorwerp voldoet in principe aan de daaraan gestelde transporteisen.
- Alvorens radioactief besmette voorwerpen binnen de DWT worden gebracht, zijn deze voorwerpen reeds ingepakt of voorzien van afsluitdoppen, waardoor de kans op verspreiding van radioactiviteit wordt geminimaliseerd.

Voordat voorwerpen vanuit de DWT worden verzonden, worden controlemetingen uitgevoerd conform de geldende eisen voor transport.

6.1.3 Brandpreventie, -detectie en -bestrijding

Brandpreventie, -detectie en -bestrijding in de werkruimten zijn essentiële aandachtspunten in de inrichting en installaties bij NRG, daar brand kan leiden tot een verlies van opsluiting van radioactieve stoffen en verspreiding van radioactiviteit. Op het terrein is een **Quick Response Team (QRT)** aanwezig.

In essentie berust het omgaan met brand bij NRG op drie pijlers, namelijk:



- Brandpreventie door minimaal gebruik van brandbare materialen en minimaliseren van ontstekingsbronnen.
- Vroegtijdige detectie van een eventuele brand.
- Blussen van de brand, variërend van handmatig inkomende blussystemen tot en met inzet van **het QRT**.

Brandpreventie en detectie

- De muren en deuren binnen de DWT zijn grotendeels brandvertragend uitgevoerd.
- Het toevoeren van brandbare gassen naar alle installaties is niet toegestaan, tenzij onder speciaal, in overleg met **het QRT**, voorgeschreven bepalingen.
- Voor het gebruik en opslag van brandbare vloeistoffen gelden de standaard voorschriften, tenzij andere voorwaarden in overleg met **het QRT** zijn vastgelegd.
- Alle werkruimten zijn voorzien van brandmelders.
- De brandmelders geven automatisch melding aan de Centrale Meldpost van de bedrijfsbrandweer met indicatie van de plaats van de melding.

Brandbestrijding

- Bij brandmelding via Centrale Meldpost is **het QRT** binnen zes minuten ter plaatse.
- Iedere medewerker kan via het speciale alarmnummer een brandmelding doorgeven aan de Centrale Meldpost.
- Er staan draagbare brandbestrijdingsmiddelen opgesteld op diverse plaatsen in de werkruimten; minstens één per werkruimte.
- De brandblusmiddelen worden jaarlijks gecontroleerd door **het QRT**.
- Bij de installaties zijn hogedruk-brandhaspels aanwezig.
- Voor alle gebouwen zijn ‘aanvalsplannen’ en ‘looproutes’ vastgelegd.

6.2 Ongevalbestrijding en noodplannen

Verantwoordelijkheden

De verantwoordelijkheden voor het opzetten van noodplannen en de verantwoordelijkheden en bevoegdheden bij de ongevalbestrijding, zijn in hoofdlijnen vastgelegd in het Management Systeem.

De verdere detaillering van de **Locale Noodorganisatie** en de **Bedrijfsnoodorganisatie (BNO)** is eveneens uitgewerkt in het **Locatie Noodplan (LNP)** en het **Bedrijfsnoodplan (BNP)** in het Management Systeem.

Voorschriften

De voorschriften met betrekking tot het opstellen van noodplannen en de ongevalsbestrijding vallen uiteen in een algemene procedure en algemene uitvoeringsvoorschriften en regelingen, welke gelden voor geheel NRG, en plaatselijke voorschriften. De plaatselijke voorschriften wijken niet af van de algemene voorschriften, maar zijn aanvullende aanwijzingen die specifiek zijn voor die locatie.

Melding en alarmering

De melding van een (bijna)-ongeval, de **activering van de LNO en de** eventuele opschaling van het alarmniveau en de activering van de **Bedrijfsnoodorganisatie** en bijbehorende meldings- en rapportagelijnen zijn in een algemene procedure vastgelegd en verankerd in het management systeem.

6.3 Ongevalsituaties en gevolgenanalyses

6.3.1 Ongevalsituaties en gevolgenanalyses

In dit onderdeel van het rapport zijn de kansen op en gevolgen van de belangrijkste ontwerp- en buitenontwerp-ongevallen van de DWT, **ISF** en WTU beschreven. Uit de analyse blijkt dat de maximum doses van ontwerpbasisongevallen en het maximum van het multifunctionele individuele risico van buiten-ontwerpbasisongevallen voldoen aan de door de overheid gestelde limieten.

6.3.2 Methodiek

Bij de evaluatie van de veiligheid van het DWT-bedrijf is vastgesteld of er in de installaties van de DWT voorzieningen zijn aangebracht die bij het optreden van storingen in deze installaties (door interne en externe oorzaak) er voor zorgen dat daarbij:

- de blootstelling van medewerkers aan straling zoveel mogelijk wordt beperkt en de dosislimieten voor hen niet worden overschreden;
- de insluiting van de bij de DWT aanwezige radioactieve stoffen wordt gehandhaafd of, indien de insluiting toch faalt, de gevolgen van het vrijkomen van de radioactieve stoffen voor de omgeving zoveel mogelijk worden beperkt (defence in depth), c.q. de gestelde dosislimieten voor ontwerpbasisongevallen niet worden overschreden.

Hiernaast is vastgesteld of het product van de kans op falen van de insluiting maal de ernst van de radiologische gevolgen voor de omgeving van dit falen, het zogenoemde ongevalsrisico, voldoet aan de hiervoor gestelde wettelijke norm.

Bij het uitvoeren van de veiligheidsevaluatie van de DWT, ISF en WTU is gebruik gemaakt van een vast stramien, waarbij overeenkomstig de IAEA-richtlijnen voor elke potentiële bron van radioactieve stoffen binnen de DWT, ISF en WTU aan de hand van een groot scala van inleidende gebeurtenissen wordt vastgesteld of zo'n gebeurtenis al dan niet tot een emissie van deze bron zou kunnen leiden. Indien de inleidende gebeurtenis tot een emissie zou kunnen leiden, is vastgesteld hoe groot de kans daarop is en welke consequenties daaraan verbonden zijn.

6.3.3 Potentiële bronnen van radioactieve stoffen en splijtstoffen

In de diverse ruimten van de gebouwen van het DWT-complex bevinden zich een aantal bronnen van radioactieve stoffen en in mindere mate van splijtstoffen die bij een ongeval kunnen leiden tot:

- verhoogde concentraties van luchtgedragen radioactieve stoffen in de werkruimten, waaraan de medewerkers worden blootgesteld en die ook tot niet-reguliere emissies naar de omgeving kunnen leiden;
- toename van het dosistempo in ruimten en/of buiten de gebouwen, waarbij dosislimieten voor de medewerkers en omgeving kunnen worden overschreden;
- het vrijkomen van vloeibare radioactieve stoffen, die leiden tot een verhoogde blootstelling van de medewerkers en tot radiologische gevolgen voor de omgeving.

Filters in ventilatiesystemen

Op basis van de resultaten van de bedrijfsmatige uitgevoerde continue metingen van de emissie van radioactieve stoffen via de ventilatie is geschat dat er t.b.v. ongevalsanalyses maximaal 10 MBq aërosolactiviteit op een absoluutfilter en 100 kBq ¹³¹I op een koolfilter kan worden geaccumuleerd. Verschillende installaties in de DWT-gebouwen hebben hun eigen filters. De filters van het vastafvalverwerkingsgebouw zijn samen met die van de Waste Storage Facility (WSF) opgesteld in het filterhuis boven de perscel, zodat voor de ongevalsanalyses ter onderbouwing van de aanvraag van de Kew-vergunning moet worden uitgegaan van de activiteit van 2 absoluutfilterbatterijen (DWT en WSF) en één koolfilterbatterij (WSF). De beladingsinstallatie in het WTU-gebouw is voorzien van eigen absoluutfilters.

Gezien de verhoudingen in de te verwerken hoeveelheden radioactieve stoffen in de DWT-gebouwen kan t.b.v. de ongevalsanalyses conservatief voor de nuclidensamenstelling van de activiteit op de absoluutfilters uitgegaan worden van de samenstelling van slib (Tabel 6-4).

Decontaminatiegebouw 21

De nog te reinigen componenten in het decontaminatiegebouw bevatten naast de componenten met NORM scale tevens besmette componenten afkomstig van de nucleaire industrie met scale verontreinigd met kunstmatige nucliden (maximaal besmet oppervlak 75 m²) en splijtstofresten (maximaal het activiteitsequivalent van vier containers). **In de decontaminatiegebouw worden handelingen met harsvaten gedaan zoals bemonsteren of overpakken.** De nuclidensamenstelling van dit hars is vermeld in Tabel 6-1. In het decontaminatiegebouw kan zich een tank met radioactief **slib** bevinden. Ook in de leidingen waardoor radioactieve vloeistoffen worden gepompt kunnen zich kleine hoeveelheden sludge en/of slib bevinden afkomstig van het decontamineren van tanks en andere voorwerpen. Ook in de filters en andere onderdelen van het ventilatiesysteem kunnen radioactieve stoffen achterblijven. De activiteit op deze installatieonderdelen is echter verwaarloosbaar. Voor de samenstelling van het sludge en slib wordt verwezen naar Tabel 6-2.

Tabel 6-1 Representatieve samenstelling (conservatief) radioactieve stoffen in hars (bij aanlevering)

| Radionuclide | GBq/m ³ |
|---------------------------------------|--------------------|
| ⁵⁴ Mn | 2,8 |
| ⁵⁸ Co | 0,7 |
| ⁶⁰ Co | 28 |
| ⁶⁵ Zn | 13 |
| ¹⁰⁹ Cd | 850 |
| ^{115m} Cd | 430 |
| Totale activiteitsconcentratie | 1325 |

Tabel 6-2 Representatieve samenstelling van **slib** en scale*

| Radionuclide | Specifieke activiteit in MBq/kg (droge stof) | |
|---|--|---------------------|
| | Moedernuclide | Moeder + dochters** |
| ²²⁶ Ra + dochters in evenwicht | 0,01 | 0,06 |
| ²¹⁰ Pb + dochters in evenwicht | 0,17 | 0,51 |
| ²²⁸ Ra + dochters in evenwicht | 0,01 | 0,02 |
| ²²⁸ Th + dochters in evenwicht | 0,01 | 0,07 |
| Totale activiteitsconcentratie | | 0,66 |

*) Voor de aanname is conservatief van 'loodrijke' **slib** scale uitgegaan.

***) De opeenvolgende 'moedernucliden' hebben respectievelijk 5, 2, 1 en 6 kortlevende dochters, die daarmee in evenwicht zijn.

Ongevallen in dit gebouw kunnen leiden tot het vrijkomen van vloeibare radioactieve stoffen met als gevolg een verhoogde blootstelling van de medewerkers en vloeibare emissies in de omgeving. Ook is er op diverse plaatsen in het gebouw besmet radioactief materiaal aanwezig dat bij brand kan leiden tot vrijkomen van luchtgedragen radioactieve stoffen.

In Tabel 6-3 zijn de karakteristieke hoeveelheden opgeslagen materiaal weergegeven. In deze tabel zijn bronnen ten gevolge van nieuwe activiteiten vet weergegeven.

Tabel 6-3 Potentiële emissiebronnen en hun activiteitskarakteristieken bij het decontaminatiegebouw

| Omschrijving bron | Hoeveelheid materiaal | Specifieke activiteit | Activiteit (GBq) | Maatgevende nucliden-samenstelling |
|---|---|-----------------------------|------------------|------------------------------------|
| Besmette componenten (NORM) | 260 m ² (= 520 kg ^b) | 0,66 MBq/kg | 0,34 | Pb-NORM |
| Besmette componenten (nucl. industrie) | 500 m ² (= 100 kg ^c) | 26,5 GBq/100 m ² | 132,4 | Hars |
| Besmette componenten (U-238 en U-235-reeks) | 16 kg scale ^d) | < 40 MBq/kg | 0,64 | Verarmd U |
| Besmette componenten (U-238 en U-235-reeks) | 4 kg scale ^e) | < 96 MBq/kg | 0,38 | Verrijkt U |
| Werkvoorraad hars | 0,24 m ³ | < 1324 GBq/m ³ | 318 | Hars |
| Aanwijsinstrumenten | 10 instrumenten | 0,1 TBq/instrument | 1000 | H-3 |

Waterbehandelingsgebouw

In het waterbehandelingsgebouw bevinden zich opslagbassins met radioactief verontreinigd slib, opslagtanks met voorraden radioactief verontreinigde vloeistoffen en zijn er leidingen waardoor deze vloeistoffen worden verpompt. Ook vindt in dit gebouw tijdelijke opslag van **lege transport containers, bronnen van derden en** vaten met radioactief vast afval plaats.

Tanks en bassins

Voor de behandeling van radioactief verontreinigd afvalwater zijn er in het waterbehandelingsgebouw vier 25 m³ tanks aanwezig. **Deze vier tanks fungeren als opslagtank of behandel tank, dan wel retourtank voor retentaat van het behandelproces. Verder zijn er systeemtanks voor proceswater en doorvoer van slib naar de centrifuge.**

Naast de tanks zijn er een aantal bassins. **Alle vier 100 m³ bassins kunnen gebruikt worden om gezuiverd afvalwater tijdelijk in op te slaan. De nuclidensamenstelling van dit afvalwater komt grotendeels overeen met dat van lozingswater dat via de zeelozingsleiding wordt geloosd. Voor ongevalsanalyses is deze activiteit niet relevant. Eén van deze bassins kan ook gebruikt worden voor opslag van nog te behandelen water.** De drie 200 m³ bassins in het waterbehandelingsgebouw zijn in gebruik als **opslagbassin voor te behandelen water of als (nood)buffer voor HFR-afvalwater. Eén van deze bassins**

fungeert als (nood)buffer. De activiteitsconcentratie van HFR-afvalwater bedraagt 1,2 GBq/m³ welke optreedt bij het uitspoelen van het ionenwisselaarhars (25 m³); de nuclidsamenstelling hiervan is vergelijkbaar met dat van kationhars afkomstig van de HFR (Tabel 6-1).

In de veiligheidsanalyses wordt een specifieke activiteit van 10 MBq/kg verondersteld voor het gedroogde standaard slib afkomstig van de waterbehandelingsinstallatie. Dit is conservatief, want uit analyses blijkt dat de gemiddelde specifieke activiteit circa 3 MBq/kg bedraagt. Een representatieve radionucliden-samenstelling van dit slib is gegeven in Tabel 6-4. Indien het behandelde afvalwater afkomstig is van de decontaminatie van uranium bevattende besmette componenten of hars met dit slib wordt verwerkt, zal het door de waterbehandeling geproduceerde slib een hogere activiteit hebben en naast de in Tabel 6-1 genoemde nucliden ook uranium bevatten. Dit slib is in de risicoanalyse meegenomen als “hars / uranium bevattend slib”. In de (omhullende) veiligheidsanalyses is aangenomen dat er zowel uranium als hars in het slib aanwezig is.

Tabel 6-4 Karakteristieke samenstelling slib waterbehandeling in tanks

| Radionuclide | Standaard slib MBq/kg ^{*)} | Slib met U en hars MBq/kg ^{*)} |
|--|--|--|
| ⁵⁴ Mn | 0,07 | 0,41 |
| ⁵⁷ Co | 0,07 | 0,07 |
| ⁶⁰ Co | 0,45 | 3,81 |
| ⁶⁵ Zn | 5,7 | 7,2 |
| ¹⁰⁹ Cd | 2,7 | 104,7 |
| ^{115m} Cd | | 25,8 |
| ¹²⁵ Sb | 0,35 | 0,35 |
| ¹³⁷ Cs | 0,14 | 0,14 |
| ²⁰² Tl | 0,08 | 0,08 |
| ²¹⁰ Pb | 0,01 | 0,01 |
| ²²⁶ Ra + dochters in evenwicht | 0,02 | 0,02 |
| ²²⁸ Th + dochters in evenwicht | 0,01 | 0,01 |
| ²⁴¹ Am | 0,01 | 0,01 |
| ²³⁸ Pb | | 1,98 |
| Overigen (waaronder ²³⁹ Pu) ^{**)} | 0,11 | |
| Overigen (waaronder ²³⁴ U, ²³⁵ U en ²³⁹ Pu) | | 5,4 |
| Totaal activiteit | 10 MBq/kg | 150 MBq/kg |

^{*)} **Vloeistof afkomstig vanuit regeneratie harsen bij HFR** Activiteitsconcentraties < 1% t.o.v. ⁶⁵Zn zijn niet vermeld, m.u.v. de radionucliden met alfa-activiteit.

^{**)} Van de activiteit in de tanks heeft circa 9 MBq/kg een toxiciteit vergelijkbaar met ⁶⁰Co, ⁶⁵Zn of ¹³⁷Cs. Er is ongeveer 0,05 MBq/kg aan alfa-activiteit. Vanwege de aanwezigheid van ²⁴¹Am, mag worden verondersteld dat ook Pu-isotopen aanwezig kunnen zijn. De concentratie Pu-isotopen kan ten hoogste 0,01 MBq/kg bedragen.

Ongevallen in het waterbehandelingsgebouw kunnen leiden tot het vrijkomen van vloeibare radioactieve stoffen (verhoogde blootstelling van de medewerkers en vloeibare emissies in de omgeving). Bij brand en falen van vaten kan dit leiden tot vrijkomen van luchtgedragen radioactieve stoffen.

In Tabel 6-5 zijn de karakteristieke hoeveelheden opgeslagen materiaal weergegeven. In deze tabel zijn bronnen ten gevolge van nieuwe activiteiten vet weergegeven.

| Omschrijving bron | Hoeveelheid materiaal | Karakteristieke /maximale activiteit | Activiteit GBq | Maatgevende nucliden-samenstelling |
|---|--|---|----------------|------------------------------------|
| Harsvaten van HFR | 400 vaten | < 1324 GBq/m ³ ^{c)} | 15600 | Kationhars |
| Vaten met afval voor afvoer COVRA | 300 vaten | 0,8 GBq/vat ^{b)} | 240 | Mix afval (Intern/NORM) |
| Persklaar vastafval | 200 vaten | 3 GBq/vat | 600 | Kationhars |
| Containers | 50 containers | 6 GBq/cont. | 300 | Verarmd U |
| Voorraad sludge bij slibdrooglijn | 10 vaten, elk 35 kg ^{a)} | 0,66 MBq/kg | 0,23 | Pb-NORM |
| Voorraad standaard slib bij slibdrooglijn | 10 vaten, elk 35 kg ^{a)} | 10 MBq/kg | 3,5 | Slib standaard c.q. oud |
| Voorraad slib bij slibdrooglijn met "hars / uranium bevattend slib" | 10 vaten, elk 35 kg ^{a)} | 0,150 GBq/kg | 52,5 | Slib met hars en U ^d |
| Tanks met "hars/uranium bevattend slib" | 5 m ³ (< 50 kg) ^{a)} | 0,150 GBq/kg | 15 | Slib met hars en U |
| Tanks met standaard slib | 2 x 5 m ³ (2 x 50 kg) ^{a)} | 10 MBq/kg | 1 | Slib standaard |
| Opslagbassin met onbehandeld water | 1 x 95 m ³ (9500 kg) ^{a)} | 10 MBq/kg | 95 | Slib standaard |
| Voorraad gereinigd afvalwater | 3 x 100 m³ | 86 MBq/m ³ | 25,8 | Lozingswater |
| Bufferbassin HFR afvalwater | 25 m ³ | 1,2 GBq/m ³ | 30 | Kationhars |

^{a)} Dit betreft het drooggewicht

^{b)} De gemiddelde activiteit in een vat bedraagt 0,8 GBq.

^{c)} Activiteitsconcentratie bij aanlevering

^{d)} **Vloeistof afkomstig vanuit regeneratie harsen bij HFR**

Vast-afvalverwerkingsgebouw en WTU

De belangrijkste bronnen in **het vast-afvalverwerkingsgebouw zijn** vaten met verpakt radioactief afval, die tijdelijk worden opgeslagen in afwachting van het persen, en de verpakkingen met **ILW-L/ILW-H** afval in de WTU (alleen aanwezig als de beladingsinstallatie operationeel is).

Persklaar afval

Het op de OLP verzamelde afval wordt door middel van persen gereedgemaakt voor definitieve afvoer naar COVRA. Vaten met een stralingsniveau op het oppervlak tot circa 0,5 milliSv/uur kunnen in het vast-afvalgebouw worden opgeslagen; vaten met een hoger stralingsniveau worden in de opslag in het waterbehandelingsgebouw opgeslagen. De tussenvoorraad van dit persklare afval in het vast-afvalgebouw bedraagt normaliter circa 200 vaten met een totale geschatte activiteit van 100 GBq (maximaal 0,5 GBq/vat).

Historisch afval

Het historisch afval wordt in de beladingsinstallatie verpakt zodat het in een daarvoor bestemde container kan worden afgevoerd. Tegelijkertijd is er maximaal voor 3 containers afval aanwezig, namelijk afval in afwachting van belading, afval tijdens belading en een beladen container in afwachting van afvoer. Deze containers bevatten ieder maximaal circa 11,4 TBq activiteit. Het afval betreft historisch afval van experimenten in de HFR. Het afval bevat geactiveerd metaal, papier en andere materialen verontreinigd met hoofdzakelijk activerings- en splijtingsproducten, en ook gesloten bronnen.

Tabel 6-6 Activiteitskarakteristieken bij het vast-afvalverwerkingsgebouw en WTU

| Omschrijving bron | Hoeveelheid materiaal | Karakteristieke/ maximale activiteit | Activiteit GBq | Maatgevende nucliden- samenstelling |
|---|-----------------------|--|-------------------|---|
| Tussenvoorraad persklare afvalvaten voor COVRA | 200 vaten | maximaal 0,5 GBq/vat | 100 | Kationhars |
| RAP beladingsinstallatie; historisch afval HFR | < 1200 kg | maximaal 11.400 GBq per container | 34.200 | Experiment/ laboratorium afval |

^{a)} De nuclidensamenstelling en specifieke activiteit zijn gelijkgesteld aan de samenstelling van loodrijke sludge (zie tabel 3 en tabel 2 in 'Radiologische Inventaris DWT').

Intermediate Storage Facility

In de intermediate storage facility is ruimte voor 40 palletposities. Er worden nooit meer dan 24 MTC's tegelijk in de ISF opgeslagen. Tabel 6-7 geeft de samenstelling met de maximale inventaris, hierbij is aangenomen dat er 24 MTC's met type 1 vloeibaar molybdeen afval zijn opgeslagen en dat de overige posities gebruikt worden voor de opslag van blauwe vaten.

Tabel 6-7 Activiteitskarakteristieken bij de ISF

| Omschrijving bron | Aantal | Karakteristieke/ maximale activiteit | Activiteit | Maatgevende nucliden- samenstelling |
|-----------------------------------|--------|--|------------|---|
| MTC met vloeibaar molybdeen afval | 24 | Maximaal 16,1 TBq/vat | 386 TBq | Type 1 LEU vloeistof |
| Blauw COVRA vat | 128 | Maximaal 93,5 GBq/vat | 12 TBq | Omhullende blauw vat |

Installaties DWT buiten de gebouwinsluitingen

Buiten de gebouwen, maar wel behorend tot de DWT, bevinden zich ondergrondse leidingen waarin vloeibare radioactieve stoffen of vloeibare radioactieve afvalstoffen worden verpompt. Het eerste betreft de leidingen naar de DWT van andere faciliteiten op de OLP, zoals de HFR en Mallinckrodt. Het tweede betreft de zeelozingsleiding die radioactief afvalwater naar zee afvoert. Falen van deze leidingen zou kunnen leiden tot vloeibare emissies in de bodem. Ook ongevallen tijdens transport van vaten met vloeibaar radioactief afval buiten de opslagvloer zouden tot vloeibare emissies in de bodem kunnen leiden.

Hiernaast kan zich op de waterdichte vloer een voorraad te decontamineren materiaal bevinden.

In

Tabel 6-8 is de karakteristieke hoeveelheid radioactiviteit buiten de gebouwen aangegeven. In deze tabel zijn bronnen ten gevolge van nieuwe activiteiten vet weergegeven.

Tabel 6-8 Activiteitskarakteristieken vloeistofdichte opslagvloer en buiten de gebouwinsluitingen

| Omschrijving bron | Hoeveelheid materiaal | Activiteit GBq | Specifieke activiteit |
|---|--|----------------|-----------------------|
| Besmette componenten en schroot | 7800 m ² (= 15.600 kg) ^{a)} | 10,3 | 0,66 MBq/kg |
| Besmette componenten nucleaire industrie | 2500 m ² (= 500 kg) | 662 | 1,3 GBq/kg |
| Componenten met resten van verarmd uranium | 20 containers (= 80 kg scale) | 3,2 | 40 MBq/kg |
| Componenten met resten van verrijkt uranium | 20 containers (= 20 kg scale) | 1,9 | 96 MBq/kg |
| Filterhuis | per filterbatterij maximaal 10 MBq aerosolactiviteit op de absoluutfilters en 100 kBq op de koolfilters | 0,02 | Kationhars |
| | | 0,1 | I-131 |

^{a)} Dit betreft het effectief oppervlak. NORM besmetting is aanwezig in de vorm van scale in de tubings, afsluiters etc. afkomstig uit de olie- en gaswinning. Aangenomen is dat de scale een specifieke activiteit van 0,66 MBq/kg heeft. Voor alle scale en sludge wordt bij de risicoberekening (conservatief) uitgegaan van de nucliden-samenstelling van loodrijke sludge volgens Tabel 6-1.

6.3.4 Beschouwde inleidende gebeurtenissen

Aan de hand van de lijst met door de IAEA voorgestelde gepostuleerde inleidende gebeurtenissen voor researchreactoren zoals vermeld in de appendix van IAEA SS-35-G1 (**voor de ISF is de lijst uit IAEA SSR-3 gebruikt**), zijn alle binnen DWT aanwezige installaties en binnen DWT lopende bedrijfsprocessen geanalyseerd op het kunnen optreden van gebeurtenissen die mogelijk tot schade van de installaties kunnen leiden waarbij radioactieve stoffen ongecontroleerd in gebouwruimten en de omgeving vrijkomen en daarbij een bedreiging vormen voor de veiligheid van de medewerkers en het milieu. De van belang

zijnde inleidende gebeurtenissen die voor de DWT nader beschouwd zijn, zijn in Tabel 6-9 gepresenteerd en zijn overeenkomstig de IAEA systematiek onder te verdelen in twee categorieën, zijnde ontwerpbasisongevallen en buiten-ontwerpbasisongevallen. De opzet en het wettelijke kader van de ongevalanalyses is in deel 1 nader beschreven. Bij het ernstigste buiten-ontwerpbasisongeval is, aan de hand van het maximale risico dat is berekend voor de dichtstbijzijnde bewoonde locatie, het treffen van beschermende maatregelen geëvalueerd. De schatting van de kansen en de gevolgen is niet gebaseerd op een probabilistische risicoanalyse. Echter, door de kans van optreden van een aantal ongevallen op dezelfde systematische wijze te schatten, wordt inzicht gegeven in de grootste waarschijnlijkheid van optreden.

Ontwerpbasisongevallen

In het ontwerp van de DWT zijn voorzieningen getroffen om bij optreden van dergelijke ongevallen/gebeurtenissen de gevolgen hiervan te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken, waarbij dosislimieten voor medewerkers en omgeving niet worden overschreden. De nader beschouwde ontwerpbasisongevallen met de geschatte kans van optreden, zijn vermeld in Tabel 6-10.

Buiten-ontwerpbasisongevallen

In het ontwerp van de DWT is met deze ongevallen/gebeurtenissen geen rekening gehouden, omdat de kans van optreden van deze gebeurtenissen zeer klein is en het risico (= kans \times gevolgen) te verwaarlozen is.

Tabel 6-9 Gepostuleerde inleidende gebeurtenissen veiligheidsevaluatie DWT, ISF en WTU

| Index | Gebeurtenissen | Toelichting ^{*)} |
|---------------|--|---|
| 1 | Verlies van elektriciteitsvoorziening. | Ook gevolgen bij verlies van noodstroom worden beschouwd. |
| 2 | Falen van de insluiting of falen van de ventilatiesystemen. | Overige gebeurtenissen uit deze groep "foutieve handelingen of falen van uitrusting, systemen of componenten" zijn niet van toepassing op de DWT. |
| 3 | Leidingbreuk of lekkage opslagtanks. | Breuk van zeelozingsleiding, leidingen van HFR en Mallinckrodt Pharmaceuticals; falen slibopslag tanks |
| 4 | Brand of explosie door interne oorzaak. | Bijvoorbeeld brand in opslag Covra-gereed vaten of WTU. |
| 5 | Overstroming door interne oorzaak. | Interne overstroming kan leiden tot storingen aan apparatuur of componenten , en breuken van leidingen door drijfvermogen van leidingen en tanks. |
| 6 | Verlies van hulpsystemen. | Na falen hydraulische systemen, blijven de installaties automatisch in een veilige toestand achter. |
| 7 | Aardbevingen. | Uitgesloten van gedetailleerde analyse vanwege het niet-maatgevende karakter voor de DWT, echter leidingbreuk is wel beschouwd, zie gebeurtenis 2 en 3. |
| 8 | Overstroming door uitwendige oorzaken. | Niet meegenomen in de veiligheidsanalyse, omdat de kans op falen van de getroffen beheersmaatregelen (overstroomklep) in combinatie met de kans van optreden, verwaarloosbaar klein is. |
| 9 10 11 | Zeer zware stormen en bliksem en explosies buiten de DWT. | De hierdoor veroorzaakte schade zoals leidingbreuk, falen van vaten en van de insluiting worden wel beschouwd, zie gebeurtenis 2 en 3. Andere schade is niet veiligheidsrelevant voor de DWT. |
| 12 | Neerstortend vliegtuig. | Buiten-ontwerpbasisongeval |
| 13 | Externe brand, externe lekkage van giftige stoffen, externe transport ongevallen en invloeden nabijgelegen faciliteiten. | Uitgesloten van analyse doordat interne brand maatgevend is en zij door analyses van andere inleidende gebeurtenissen, zoals in gebeurtenis 4 worden afgedekt. |
| 14 | Menselijk falen. | Deze gebeurtenis wordt afgedekt door andere inleidende gebeurtenissen, behalve in geval van falen celkraan WTU en het niet volgen van de juiste procedure alvorens het servicelukkig te openen of een telemanipulator te verwijderen. |

^{*)} De grijs gekleurde velden zijn niet relevant en worden niet verder uitgewerkt.

6.4 Ontwerpbasisongevallen

De voor de DWT, de ISF en de WTU beschouwde ontwerpbasisongevallen zijn afgeleid uit de lijst met gepostuleerde inleidende gebeurtenissen van Tabel 6-9. Een ontwerpbasisongeval waarbij de aangebrachte (ontwerpbasis) veiligheidsvoorziening niet functioneert, is beschouwd als een buiten-ontwerpbasisongeval, zie paragraaf 6.3.4. De omschrijving van de verschillende ontwerpbasisongevallen met hun kans van optreden zijn in Tabel 6-10 gegeven. De gevolgen van deze ontwerpbasisongevallen zijn per gebouw in de volgende paragrafen uitgewerkt.

Tabel 6-10 Ontwerpbasisongevallen

| Inleidende gebeurtenis | Ongevalomschrijving | Frequentie van optreden (per jaar) ^{*)} |
|------------------------|---|--|
| 1 | Uitval van elektrische voorzieningen (ook noodvoorziening) waardoor de insluiting in gevaar komt en ongecontroleerde emissie in de atmosfeer zou kunnen optreden. | < 0,01 |
| 2 | Falen ventilatie: door wegvallen onderdruk zou ongecontroleerde emissie in de atmosfeer kunnen optreden. | < 0,04 |
| 3 | Storing aan apparatuur of componenten op de OLP zoals breuken in het leidingwerk en in de zeelozingsleiding en scheuren in de buitenopslagvloer waardoor insluiting van vloeibare radioactieve stoffen faalt en een ongecontroleerde emissie van deze stoffen optreedt. Deze categorie omvat alle ongevallen waarbij radioactieve vloeistoffen direct buiten de gebouwinsluitingen vrijkomen. | > 0,1 |
| 4a | Brand of explosie binnen de DWT (door diverse interne oorzaken), excl. de beladingsinstallatie. | < 0,04 |
| 4b | Brand of explosie binnen de beladingsinstallatie. | < 10 ⁻⁴ |
| 5 | Storingen aan apparatuur of componenten, en breuken van leidingen door drijfvermogen van leidingen en tanks. Deze categorie omvat verder alle ongevallen waarbij radioactieve vloeistoffen vrijkomen binnen de gebouwinsluitingen. | > 0,1 |
| 6a | Falen celkraan in WTU bij hijsen van een vat. | < 0,01 |
| 6b | Beschadiging blauwe vaten met relevante vrijzetting als gevolg door aanrijden met heftruck. | <0,006 |
| 14 | Stralingsongeval bij onjuist openen cel of verwijderen van telemanipulator | < 0,001 |

^{*)} Frequenties van optreden van storingen zijn mede ontleend aan de jarenlange bedrijfservaring met de DWT.

Bij ontwerpbasisongevallen waarbij van goed werkende filters is uitgegaan, wordt voor de absoluutfilters een filterefficiëntie van 99% voor aërosolen verondersteld. In geen van de ongevallen waarbij radionucliden via het ventilatiesysteem worden vrijgezet speelt jodium een rol. De mitigerende werking van koolfilters in het ventilatiesysteem van de DWT wordt daarom in de ongevalsanalyses niet beschouwd.

6.4.1 Falen van de elektrische voorzieningen (1)

Indien geen elektrisch vermogen meer naar de gebouwen van de DWT wordt toegevoerd, vallen van de in deze gebouwen aanwezige systemen, de elektrisch bekrachtigde kleppen en afsluiters dicht en de pompen uit. Deze systemen zijn zodanig ontworpen dat na een dergelijke storing van de elektrische apparatuur, het systeem in een (stabiele) veilige situatie komt. Dit geldt voor de systemen in alle gebouwen van de DWT.

De systemen die vanwege de veiligheid van de medewerkers en de omgeving in bedrijf moeten blijven, zoals ventilatiesystemen, emissie-monitoren, lekdetectiesystemen en ruimtebewakingsapparatuur (straling en brand), worden na uitval van extern toegevoegd elektrisch vermogen automatisch overgeschakeld op een noodstroomvoorziening.

Ventilatiesystemen en monitoring in alle gebouwen

Het debiet van de ventilatielucht wordt bij inschakeling van de noodstroom tot de helft gereduceerd. De afgevoerde lucht wordt langs de op noodstroom geschakelde emissie-monitor gevoerd, waardoor eventuele emissies naar de omgeving gecontroleerd blijven plaatsvinden. De concentratie van eventueel aanwezige radioactieve stoffen in de gebouwen, blijft bij het gereduceerde ventilatiedebiet voldoende laag dat aan de geldende stralingshygiënische normen wordt voldaan. De medewerkers in het gebouw worden gewaarschuwd door een akoestisch alarm.

Ruimtebewaking in gebouwen

Bij uitvallen van stralingsmonitoren en brandmelders wordt dit door middel van signalering zichtbaar gemaakt.

Lekdetectie

Gezien de veiligheidsrelevantie zijn lekdetectiesystemen in de diverse ruimtes en op de zeelozingsleiding geplaatst. Hierdoor wordt eventuele lekkage van radioactieve vloeistoffen ondanks het wegvallen van de elektrische voorziening gemeld.

Gevolgen van falen van veiligheidssystemen

Indien de noodstroomvoorziening van de veiligheidssystemen faalt, dan leidt dit tot de volgende gebeurtenissen:

Bij uitvallen van de ventilatie in de gebouwen van de DWT valt de onderdruk in de verschillende ruimten weg waardoor de eventueel in deze ruimten aanwezige gasvormige en/of luchtgedragen radioactieve stoffen ongecontroleerd naar de omgeving zullen ontsnappen, zie voor de gevolgen gebeurtenis "Falen ventilatie (2)". Het eveneens falen van de tritiummonitoren in de uitgaande ventilatielucht van de DWT gebouwen heeft geen additionele gevolgen voor de omgeving. De gebeurtenis (2) is de inleidende gebeurtenis waarbij de ventilatie wel maar de monitor niet uitvalt.

Door het uitvallen van het ventilatiesysteem neemt de concentratie van radioactieve stoffen in de lucht in een aantal gebouwruimten toe, waardoor in deze ruimten mogelijk een overschrijding dreigt van de stralingshygiënische normen. Deze toename wordt niet geregistreerd omdat de systemen voor ruimtebewaking vanwege het wegvallen van de elektriciteitsvoorziening buiten gebruik zullen zijn. Doordat de verlichting en alle apparatuur uitvalt, zal dit snel opgemerkt worden.

6.4.2 Falen ventilatie (2)

Het ontwerpbasisongeval "falen van het ventilatiesysteem (2)", leidt niet tot verhoogde tritiumemissies vanuit de verschillende gebouwen (het waterbehandelingsgebouw bevat de grootste bron), omdat bij een werkende ventilatie de filters in de uitgaande ventilatie het tritium ook niet invangen. Hierdoor zal na het falen van het ventilatiesysteem de tritiumemissie, na enige tijd waarin de emissie lager zal zijn, de oorspronkelijke waarden zoals bij een werkend ventilatiesysteem weer bereiken. De gevolgen wat betreft de tritiumemissies zijn na het falen van de ventilatie dus niet verschillend van de gevolgen van de reguliere tritiumemissies. Emissies van luchtgedragen radioactieve stoffen, zie Tabel 6-11, zullen na het uitvallen van het ventilatiesysteem wel toenemen omdat het filter in het ventilatiesysteem niet werkzaam is. De eventuele reductie van de emissies door filterefficiëntie van muren etc. wordt hier niet in rekening gebracht.

Uit analyses van een andere nucleaire installatie op het terrein, de HCL, komt naar voren dat gevolgen van het falen van het ventilatiesysteem minder, of ten hoogste van dezelfde orde grootte, zijn als de gevolgen bij ongefilterde emissies via de ventilatie.

Tabel 6-11 Gevolgen van het uitvallen van het ventilatiesysteem

| Gebouw | Locatie/ruimten | Gevolgen |
|-----------------------------|--|---|
| Decontaminatiegebouw | Deco-cel, vaste stoffen, besmette componenten, werkvoorraad hars, tanks met te verwerken slib | Geen of weinig luchtgedragen stof buiten de decocel, geen emissies. Alarm bij wegvallen onderdruk in de decocel, waarna maatregelen worden getroffen. |
| Waterbehandelingsgebouw | Slibdrooglijn, met 10 vaten slib | Concentratie in de gebouwlucht neemt toe. Er treedt een ongecontroleerde emissie naar de omgeving op. |
| | Tritium vanuit de bassins | Gelijk als bij regulier bedrijf. |
| Waste Transfer Unitgebouw | Cel van de WTU | Concentratie in de gebouwlucht neemt toe. Er treedt mogelijk een ongecontroleerde emissie naar de omgeving op. |
| Vast-afvalverwerkingsgebouw | Opslag verpakte of open vaste stoffen | Geringe sporen van luchtgedragen activiteit afgezien van in de segmenteer/perscel. Bij wegvallen onderdruk in deze cel is er een akoestisch alarm, waarna maatregelen worden getroffen. Er treedt een geringe ongecontroleerde emissie naar de omgeving op. |

6.4.3 Leidingbreuk binnen de gebouwen of lekkage in opslagtanks (3) en (5)

Bij breuk van leidingen tijdens het overpompen van radioactieve vloeistoffen, stromen de vloeistoffen via de vloer naar de kelders van de gebouwen, zie ook Tabel 6-12. Deze kelders zijn vloeistofdicht uitgevoerd waardoor verspreiding van de radioactieve stoffen naar de omgeving van de DWT wordt verhinderd (de kelder is voorzien van lekdetectie zodat deze gebeurtenis wordt gesignaleerd). Echter onder de slibdroogruimte is geen kelder aanwezig, maar lekkage van radioactieve vloeistoffen in deze ruimte wordt middels een lekdetectiesysteem bewaakt.

Door het vrijkomen van de radioactieve vloeistoffen komen ook meer gasvormige en luchtgedragen radioactieve stoffen in de ruimten vrij. Het aandeel vluchtige radioactieve stoffen in slib en spoelwater is gering. Door de aanwezige ruimtemonitoren wordt mogelijk een toename van het dosistempo in de ruimten geregistreerd en wordt bij overschrijding van voor de ruimte geldende grenswaarde een alarm gegeven, waarna men overeenkomstig de procedure de ruimte verlaat. Eventuele toename van de emissies naar de omgeving wordt geregistreerd.

6.4.4 Leidingbreuk buiten de gebouwen van de DWT (3)

De leidingen van de HFR en Mallinckrodt naar de DWT alsmede de zeelozingsleiding zijn voorzien van een mantelbuis, waardoor na een leidingbreuk geen radioactieve stoffen in de omgeving vrijkomen. Al deze leidingen zijn voorzien van lekdetectie en worden periodiek op lekkage getest. Bij een gelijktijdige breuk van de mantelbuis door externe gevolgen, is sprake van een buiten-ontwerpbasisongeval, zie desbetreffende paragraaf. Gelijktijdige falen tijdens de periode tussen twee opeenvolgende inspecties is eveneens geclassificeerd als een buiten-ontwerpbasisongeval.

Behalve door leidingbreuk kan ook door ongevallen tijdens het transport van vaten met radioactieve vloeistoffen in vaten, radioactieve stoffen in de omgeving vrijkomen, in het geval dat het transport buiten het gebied met de vloeistofdichte bestrating plaatsvindt. Het ontwerpbasisongeval is het falen van de afsluiting van een 100-liter vat als gevolg van menselijk falen tijdens transport (handelingen).

Tabel 6-12 Gevolgen voor de omgeving door leidingbreuk

| Gebouw | Locatie/ruimten/stoffen | Gevolgen |
|-----------------------------|--|--|
| Decontaminatiegebouw | Leidingen in kelderruimtes | Vloeistof blijft in de kelder en wordt daar gedetecteerd, waarna maatregelen worden getroffen. |
| | Decohallen | Vloeibare radioactieve stoffen stromen over de vloer. De vloeistof wordt gedetecteerd, waarna maatregelen worden getroffen. |
| Waterbehandelingsgebouw | Leidingen van slibdroog installatie | Vloeistof wordt opgevangen en gedetecteerd, waarna maatregelen worden getroffen. |
| | Falen van bassins en tanks met slib Tritium uit de bassins | Vloeistoffen uit de bassins stromen in de kelderruimte en worden gedetecteerd. Vloeistoffen uit de tanks worden opgevangen in een betonnen bak. Na detectie worden maatregelen genomen. Er is een toename van de tritiumemissie. |
| | Vaten met hars in de opslag | Gelijktijdig falen van dubbelwandig vat wordt verondersteld. Activiteit komt door falend filter ongefilterd vrij. |
| Waste Transfer Unitgebouw | Bij de WTU zijn geen leidingen aanwezig. Leidingbreuk in aangrenzende gebouwen wel mogelijk. | Uitvallen voorzieningen door kortsluiting veroorzaakt door overstroming in aangrenzend gebouw. |
| Vast-afvalverwerkingsgebouw | Afvoer perscel | Vloeistof wordt opgevangen en gedetecteerd. Er worden maatregelen getroffen. |

6.4.5 Brand of explosie door interne oorzaak (4)

De gevolgen van een brand en/of explosie door interne oorzaak, zie Tabel 6-13, zijn beperkt van omvang.

Brand in de WTU kan betekenen dat de aanwezige afscherming beschadigd raakt waardoor er een bundel met verhoogd stralingsniveau buiten de cel kan ontstaan.

Tabel 6-13 Gevolgen voor de omgeving door brand of explosie

| Gebouw | Locatie/ruimten/stoffen | Gevolgen |
|-----------------------------|---|--|
| Decontaminatiegebouw | Luchtgedragen activiteit in de decocel. Besmet materiaal en sludgetanken in de decohal. Wasgoed in de wasserij. | Bij een brand in de decocel zou activiteit vrijkomen die via filters in de buitenlucht komt. Bij een brand in de andere ruimten, komt activiteit vrij in het gebouw en vervolgens via de ramen in de buitenlucht. |
| Waterbehandelingsgebouw | Opslag 400 COVRA-vaten voorzien van binnenverpakking met HFR hars | Geringe hoeveelheden activiteit komt via de filters van de ventilatie vrij. |
| | Opslag 300 vaten met afval | Activiteit komt bij verbranding via de filters van de ventilatie vrij. |
| | Vaten met slib | Bij een brand, komt activiteit via de ventilatie en dus via de filters vrij. |
| Vast-afvalverwerkingsgebouw | Activiteit in perscel <i>Opslag vaten buiten de perscel</i> | Deel van de activiteit komt vrij bij brand, maar wordt via de filters naar buiten afgevoerd. |
| Waste Transfer Unitgebouw | WTU | Vrijkomen van activiteit na een langdurige brand, via de filters. |

Filters in ventilatiesystemen

Bij alle gebouwen kan bij brand in de ventilatieruimte de in de filters ingevangen activiteit in de omgeving vrijkomen. De hoeveelheid geaccumuleerde activiteit op de filters is echter radiologisch verwaarloosbaar.

6.4.6 Falen van de afvalverpakking door een hijsongeval (6a)

Bij de transfer in de WTU bevindt het afval zich altijd in een verpakking, zijnde de insert of het WSF-vat. Deze afvalverpakking kan falen bij een hijsongeval doordat de verpakking zelf valt tijdens het hijsen, of doordat er een ander opgehesen object op de verpakking valt. Andere oorzaken van het falen van de

verpakking kunnen zijn dat de hijsinstallatie de verpakking beschadigt door een bedienings- en/of constructiefout van de hijsinstallatie, of dat de verpakking zelf verzwakt is en faalt tijdens het hijsen.

6.4.7 Beschadiging blauwe vaten met relevante vrijzetting als gevolg door aanrijden met heftruck (6b)

Alle in de ISF gehanteerde transportverpakkingen staan op pallets welke worden verplaatst met een heftruck. Als gevolg van een aanrijding met de heftruck kunnen verpakkingen lek raken door pletten of doorboren met de lepels.

6.4.8 Stralingsongeval bij onjuist openen cel (14)

Bij een storing kan het noodzakelijk zijn de WTU te openen. Drie cellen zijn daartoe aan de bovenzijde voorzien van serviceluiken. Deze luchtdichte luiken kunnen van buitenaf worden gedemonteerd. Een stralingsongeval kan ontstaan wanneer een serviceluik geopend wordt terwijl een verpakking met afval zich niet in een veilige positie bevindt. Onder deze categorie valt ook het stralingsongeval "verwijderen van een telemanipulator" terwijl een verpakking met afval zich niet in een veilige positie bevindt.

6.4.9 Decontaminatiegebouw

Op basis van de screening van inleidende gebeurtenissen en de verschillende potentiële emissiebronnen in het decontaminatiegebouw zijn de volgende ontwerpbasisongevallen mogelijk relevant:

- Brand tijdens **slib**verwerking of decontaminatie in de decohal
Ontstaan van een ongecontroleerde brand bij de opgeslagen te decontamineren voorwerpen of bij sludgetanken in de decohal. Het gepostuleerde enkelvoudig falen is weer het falen van het brandmeldsysteem. Het glas in de ramen van de decohal breekt en de rookgassen komen ongefilterd vrij in de buitenlucht
- Brand bij **hanteren van harsvaten in de decohal of decocel**
Ontstaan van een ongecontroleerde brand bij het hars. Het gepostuleerde enkelvoudig falen is het weer falen van het brandmeldsysteem. De brand ontwikkelt zich zodanig dat het hars in de vaten wordt verhit waarbij het nog aanwezige vocht verdampt. Het glas in de deur van de **decohal of decocel** breekt en de rookgassen komen ongefilterd in de buiten lucht.

De hoeveelheid radioactieve stoffen die vrijkomt bij een brand in het decontaminatiegebouw is dermate klein dat de gevolgen ook zonder filtering ruim beneden de gestelde normen blijven. Onderstaande tabel geeft voor het ontwerpbasisongeval van interne brand in het decontaminatiegebouw de emissiefracties per bron.

Tabel 6-14 Emissiefracties bij interne brand in het decontaminatiegebouw

| Scenario | Bron | Emissiefractie |
|-------------------------------------|---|-------------------|
| Brand in decohal of decocel | NORM besmette componenten Componenten nucleaire industrie Componenten met verarmd U Componenten met verrijkt U | $1 \cdot 10^{-3}$ |
| Brand bij hanteren harsvaten | Hars | $1 \cdot 10^{-3}$ |

In Tabel 6-15 staan de berekende 95-percentielwaarden van de dosisverdelingen voor deze vier ongevallen en de dosistoetsingswaarden op basis van de ongevals categorie behorend bij de kansen van optreden per ongeval.

Tabel 6-15 Doses ontwerpbasisongevallen decontaminatiegebouw

| Scenario | Volwassene | | Kind | |
|-------------------------------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| | 95%- dosis [mSv] | Norm [mSv] | 95%- dosis [mSv] | Norm [mSv] |
| <u>Brand in decohal of decocel:</u> | | | | |
| NORM besmette componenten | 0,030 | 1 | 0,045 | 0,4 |
| Componenten Nucleaire industrie | 0,042 | | 0,049 | |
| Componenten met verarmd U | 0,003 | | 0,005 | |
| Componenten met verrijkt U | 0,004 | | 0,006 | |
| Brand bij werkvoorraad Hars | 0,204 | 1 | 0,235 | 0,4 |

Het bepalende ontwerpbasisongeval voor het decontaminatiegebouw is dus een brand bij de **hanteren van harsvaten**. De doses bij dit ongeval vallen binnen de hiervoor geldende norm en worden voor meer dan 75% bepaald door dosisbijdragen via het ingestiepad en daarmee door het treffen van aanvullende maatregelen vermijdbaar.

6.4.10 Waterbehandelingsgebouw

Op basis van de screening van inleidende gebeurtenissen en de verschillende potentiële emissiebronnen in het waterbehandelingsgebouw zijn de volgende ontwerpbasisongevallen mogelijk relevant:

- Brand opslagruimte met Covra gereed afval

Het gepostuleerde enkelvoudig falen is wederom het falen van het brandmeldsysteem, waardoor de brand zich ongestoord kan ontwikkelen. Door de brand worden de afvalvaten beschadigd waardoor eventueel brandbaar afval vlam vat en de daarin aanwezige activiteit deels in een goed verspreidbare vorm vrijkomt. De opslagruimte heeft geen ramen dicht bij de potentiële vuurhaard. Het ventilatiesysteem en de filters zijn in bedrijf, zodat de rookgassen via de filters van het ventilatiesysteem naar buiten gaan.

- Brand in de opslagruimte met HFR harsvaten

Het gepostuleerde enkelvoudig falen is ook hier het falen van het brandmeldsysteem, waardoor de brand zich ongestoord kan ontwikkelen. Gezien de brandbaarheid van de **COVRA vaten met kunststof binnenvat** en hun inhoud, wordt gepostuleerd dat een relevant deel van de totale activiteit vrijkomt. De opslagruimte heeft geen ramen dicht bij de potentiële vuurhaard. Het ventilatiesysteem en de filters zijn in bedrijf, zodat de rookgassen via de filters van het ventilatiesysteem naar buiten gaan.

- Brand in de slibdrooglijn

Het gepostuleerde enkelvoudig falen is het falen van het brandmeldsysteem, waardoor de brand zich ongestoord kan ontwikkelen. Deze wordt zo hevig dat het droge slib in de vaten wordt verhit, het nog aanwezige vocht verdampt en gedroogde slibdeeltjes vrijkomen in de gebouwenlucht. De ruimte waarin de nieuwe drooglijn zich bevindt, heeft geen ramen dicht bij de potentiële vuurhaard. Het ventilatiesysteem en het filter zijn in bedrijf, zodat de rookgassen via het filter van het ventilatiesysteem naar buiten gaan.

- Falen van het slibbassin

Het gepostuleerde enkelvoudig falen is het falen van de betonnen bak waarin het bassin zich bevindt. Vanuit de plas met slib komen radioactieve stoffen vrij in de gebouwlucht. Het filter van het ventilatiesysteem heeft niet gefaald, waardoor de besmette gebouwenlucht eerst wordt gefilterd voordat het naar buiten gaat.

- Falen van het bufferbassin met HFR afvalwater

Het gepostuleerde enkelvoudig falen is het falen van de betonnen bak waarin het bassin zich bevindt. Vanuit de plas met afvalwater komen radioactieve stoffen vrij in de gebouwlucht. Het filter van het ventilatiesysteem heeft niet gefaald, waardoor de besmette gebouwenlucht eerst wordt gefilterd voordat het naar buiten gaat.

Tabel 6-16 geeft de emissiefracties per bron van de vijf ontwerpbasisongevallen in het waterbehandelingsgebouw.

Tabel 6-16 Emissiefracties ontwerpbasisongevallen waterbehandelingsgebouw

| Scenario | Bron | Emissiefractie |
|---------------------------------------|--|---------------------|
| Brand opslagruimte Covra gereed-afval | Vaten vast afval | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| Brand opslagruimte harsvaten | Vaten met hars uit HFR | $5 \cdot 10^{-6}$ |
| Brand bij slibdrooginstallatie | Voorraad slib bij 'nieuwe' slibdrooglijn | $1,1 \cdot 10^{-5}$ |
| Falen van het slibbassin | Bassin en tanks met slib | $1 \cdot 10^{-6}$ |
| Falen bufferbassin HFR afvalwater | Bufferbassin afvalwater HFR | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| Falen van een vat met hars | Vaten met hars uit HFR | $5 \cdot 10^{-8}$ |

In Tabel 6-17 staan de berekende 95-percentiel waarden van de dosisverdelingen voor deze ongevallen en de dosistoetsingswaarden op basis van de ongevals categorie behorend bij de kans van optreden per ongeval.

Tabel 6-17 Doses ontwerpbasisongevallen waterbehandelingsgebouw

| Scenario | volwassene | | kind | |
|---------------------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] |
| Brand opslagruimte Covra-gereed-afval | 0,134 | 1 | 0,155 | 0,4 |
| Brand opslagruimte harsvaten | 0,00025 | 1 | 0,00029 | 0,4 |
| <u>Brand bij slibdrooglijn:</u> | | | | |
| Vaten gevuld met NORM | 0,0002 | 1 | 0,0003 | 0,4 |
| Vaten gevuld met standaard slib | 0,00004 | | 0,00004 | |
| Vaten gevuld met hars-uranium slib | 0,0003 | | 0,0004 | |
| Falen van het slibbassin | 0,0009 | 0,1 | 0,0009 | 0,04 |
| Falen bufferbassin HFR afvalwater | 0,001 | 0,1 | 0,001 | 0,04 |
| Falen van een vat met hars | 0,00025 | 0,1 | 0,00029 | 0,04 |

Het bepalende ontwerpbasisongeval voor het waterbehandelingsgebouw is een brand in de opslagruimte met vaten met vast afval van de HFR en COVRA-gereed vaten. De doses bij dit ongeval valt binnen de norm en wordt voor 80% bepaald door de dosisbijdragen via het ingestiepad, terwijl de levenslange gronddosisbijdrage voor volwassenen en 1-jarige kinderen respectievelijk 10% en 17% van de dosis bepaalt.

6.4.11 Vast-afvalverwerkingsgebouw

Op basis van de screening van inleidende gebeurtenissen en de verschillende potentiële emissiebronnen in het vast-afvalverwerkingsgebouw zijn de volgende ontwerpbasisongevallen mogelijk relevant:

- Brand bij opslag afvalvaten

Het gepostuleerde enkelvoudig falen is weer het falen van het brandmeldsysteem. Gezien de potentiële brandbaarheid van de vaten en inhoud kan hierbij het merendeel van activiteit in voorraad kunststofvaten in de gebouwenlucht vrijkomen. Het ventilatiesysteem en het filter zijn in bedrijf, zodat de rookgassen via het filter van het ventilatiesysteem naar buiten gaan.

De onderstaande tabel geeft het overzicht van de beschouwde ongevallen in het vastafvalverwerkingsgebouw met de emissiefracties.

Tabel 6-18 Emissies ontwerpbasisongevallen vast-afvalverwerkingsgebouw

| Scenario | Bron | Emissiefactor |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Brand bij opslagvaten | Tussenvoorraad persklare afvalvaten | $5 \cdot 10^{-4}$ |

In Tabel 6-19 staan de 95-percentiel waarden van de dosisverdelingen voor deze vier ongevallen en de dosistoetsingswaarden op basis van de ongevals categorie behorend bij de kansen van optreden per ongeval.

Tabel 6-19 Doses ontwerpbasisongevallen vast-afvalverwerkingsgebouw

| Scenario | volwassene | | Kind | |
|-----------------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] |
| Brand bij opslagvaten | 0,016 | 1 | 0,019 | 0,4 |

Het bepalende ontwerpbasisongeval voor het vast-afvalverwerkingsgebouw is een brand bij de opslagvaten. De dosis bij dit ongeval worden voor meer dan 75% bepaald door dosisbijdragen via het ingestiepad, terwijl de levenslange grond dosisbijdrage voor volwassenen en 1-jarige kinderen respectievelijk 10% en circa 20% van de dosis bepaalt.

6.4.12 Waste Tranfer Unitgebouw

Op basis van de screening van inleidende gebeurtenissen en de verschillende potentiële emissiebronnen in de WTU zijn de volgende ontwerpbasisongevallen relevant:

- **Uitval van het ventilatiesysteem**

Uitval van het ventilatiesysteem kan via weglekken van activiteit uit de cellen en het ‘wegzuigen’ van gebouwenlucht via de buitenmuren door wind veroorzaakte lokale onderdruk buiten het gebouw, uiteindelijk leiden tot een verhoogde emissie van luchtgedragen radioactieve stoffen vanuit de WTU. Uitval van de ventilatie kan een gevolg zijn van het wegvallen van elektrisch vermogen of een gevolg zijn van het falen van een filtersysteem.
- **Brand in de WTU**

Een brand in een cel zou kunnen ontstaan door een vonk (bijvoorbeeld door kortsluiting), externe brand of explosie, of een fout van de operator. De brandbaarheid van constructiematerialen en gebruikersmaterialen in de beladingsinstallatie is zoveel mogelijk beperkt, maar enige brandlast is wel aanwezig, zoals hydrauliek en kabels. Er zijn branddetectiesystemen en blussystemen aanwezig waardoor een beginnende brand snel geblust zal worden. In de ongevalsanalyse wordt echter conservatief aangenomen dat de brand niet snel wordt geblust zodat de verpakkingen van het aanwezige afval door het vuur worden aangetast.
- **Falen van een afvalverpakking door een hijsongeval**

De hijsprocedures zijn zo ingericht dat de valhoogte zo beperkt is dat de verpakking gewoonlijk niet zal bezwijken. Echter, een ongelukkige val of het raken van een scherpe hoek is niet uit te sluiten en zou de verpakking kunnen beschadigen, in de vorm van een gat of scheur in de verpakking. Daardoor kunnen stofdeeltjes (aërosolen) met radioactief materiaal vrijkomen in de WTU. Deze deeltjes worden via de cel ventilatie afgevoerd naar de filters. Een kleine fractie van de aërosolen wordt door het filter doorgelaten en bereikt de buitenlucht.
- **Onjuist openen cel**

Bij een storing kan het noodzakelijk zijn de WTU te openen. Drie cellen zijn daartoe aan de bovenzijde voorzien van serviceluisen. Deze luchtdichte luisen kunnen van buitenaf worden gedemonteerd. Een stralingsongeval kan ontstaan wanneer een serviceluis geopend wordt terwijl een verpakking met afval zich niet in een veilige positie bevindt. Ook het verwijderen van een telemanipulator, bijvoorbeeld voor reparatie of onderhoud, kan op vergelijkbare wijze leiden tot een stralingsongeval.

De onderstaande tabel geeft het overzicht van het beschouwde ongeval in het WTU gebouw met de emissiefractie.

Tabel 6-20 Emissies ontwerpbasisongevallen WTU gebouw

| Scenario | Bron | Emissiefactor |
|--|--|---------------------|
| Uitval ventilatiesysteem | Vat met ILW-L/ILW-H afval in de WTU | $< 1 \cdot 10^{-7}$ |
| Falen van afvalverpakking door hijsongeval | Vat met ILW-L/ILW-H afval in de WTU | $< 1 \cdot 10^{-4}$ |
| Stralingsongeval door onjuist openen cel | Vat met ILW-L/ILW-H afval in de WTU | geen emissie |
| Brand in de beladingsinstallatie | Vaten ILW-L/ILW-H afval in de WTU | $5 \cdot 10^{-4}$ |

In Tabel 6-21 staan de 95-percentiel waarden van de dosisverdelingen voor dit ongeval en de dosistoetsingswaarden op basis van de ongevals categorie behorend bij de kansen van optreden voor dit ontwerpbasisongeval.

Tabel 6-21 Doses ontwerpbasisongeval WTU

| Scenario | volwassene | | Kind | |
|--|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] |
| Uitval ventilatiesysteem | $< 0,00072$ | 1 | $< 0,0016$ | 0,4 |
| Falen van afvalverpakking door hijsongeval | $< 0,72$ | 10 | $< 1,6$ | 4 |
| Stralingsongeval bij openen cel | $< 0,08$ | 10 | $< 0,12$ | 4 |
| Brand in de beladingsinstallatie | 7,9 | 100 | 15 | 40 |

6.4.13 Intermediate Storage Facility

Op basis van de screening van inleidende gebeurtenissen en de potentiële emissiebronnen in de ISF is het volgende ontwerpbasisongeval relevant:

- **Beschadiging blauwe vaten met relevante vrijzetting als gevolg**

Alle in de ISF gehanteerde transportverpakkingen staan op pallets welke worden verplaatst met een heftruck. De blauwe vaten staan los (zonder borging) op een pallet. De overige verpakkingen zijn geborgd op stalen pallets en daarnaast ook steviger uitgevoerd en beter beschermd, handelingen met blauwe vaten zonder omvat worden hierom als maatgevend beschouwd.

De operators zijn geschoold voor de betreffende logistieke handelingen. Wel kan een enkele fout leiden tot het vallen of aanrijden van één of meerdere vaten. Gezien de valbestendigheid van de verpakkingen, de verpakkingen zijn gecertificeerd voor een valhoogte van 1,2 meter, en de beperkte hefhoogte wordt uitgesloten dat vallen van de verpakkingen tot vrijzetting leidt. Als gevolg van een aanrijding kunnen wel één of meerdere blauwe vaten lek raken. Bij zo'n ongeval kunnen maximaal twee vaten beschadig worden, waarbij de verspreidbare fractie van de vaten vrijkomt.

De onderstaande tabel geeft een overzicht van het beschouwde ongeval en de bijbehorende emissiefractie.

Tabel 6-22 Emissies ontwerpbasisongevallen ISF

| Scenario | Bron | Emissiefractie |
|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| Beschadiging blauwe vaten | Blauw vat met vast afval | $< 1 \cdot 10^{-2}$ |

Tabel 6-23 geeft de 95-percentiel waarden van de dosisverdelingen voor dit ongeval en de dosistoetsingswaarden op basis van de ongevals categorie behorend bij de kans van optreden voor dit ontwerpbasisongeval.

Tabel 6-23 Doses ontwerpbasisongeval ISF

| Scenario | Volwassene | | Kind | |
|---------------------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] |
| Beschadiging blauwe vaten | 0,8 | 10 | 1,5 | 4 |

6.4.14 DWT-installaties buiten de gebouwinsluitingen

Op de vloestofdichte opslagvloer buiten de DWT-gebouwen kan het falen van een vat of een tank met sludge of een brand leiden tot relevante emissies. Op basis van de verschillende potentiële

emissiebronnen op de vloeistofdichte opslagvloer zijn de volgende ongevallen als relevant aangemerkt en beschouwd:

- Brand bij te decontamineren componenten
Bij een ongecontroleerde brand bij de decontamineren componenten op de opslagvloer, kan een deel daarvan zodanig worden verhit dat de zich daarin bevindende scale deels in verspreidbare vorm in de buitenlucht vrijkomt.
- Brand bij de filters van één van de vier gebouwen van de DWT
Bij een ongecontroleerde brand in één van de filterbatterijen in de ventilatieruimte van de gebouwen van de DWT, kan de in de filters gevangen activiteit grotendeels in verspreidbare vorm in de buitenlucht vrijkomen.

De onderstaande tabel geeft het overzicht van de beschouwde ongevallen buiten de DWT-gebouwen met de emissiefracties.

Tabel 6-24 Emissies ontwerpbasisongevallen buiten de DWT-gebouwen

| Scenario | Bron | Emissiefractie |
|---|---------------------------------|-------------------|
| Brand bij te decontamineren componenten | Besmette componenten en schroot | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| Brand in filterhuis | Absoluutfilters en koolfilter | 1 |

In Tabel 6-25 staan de 95-percentiel waarden van de dosisverdelingen voor deze ongevallen en de dosistoetsingswaarden op basis van de ongevals categorie behorend bij de kansen van optreden per ongeval.

Tabel 6-25 Doses ontwerpbasisongevallen buiten de DWT-gebouwen

| Scenario | volwassene | | kind | |
|--|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] | 95%-dosis [mSv] | Norm [mSv] |
| <u>Brand bij te decontamineren componenten</u> | | | | |
| NORM componenten | 0,092 | 1 | 0,137 | 0,4 |
| Componenten nucleaire industrie | 0,021 | | 0,025 | |
| Componenten besmet met verarmd U | 0,002 | | 0,003 | |
| Componenten besmet met verrijkt U | 0,002 | | 0,003 | |
| Brand in filterhuis | 0,018 | 1 | 0,019 | 0,4 |

Het bepalende ontwerpbasisongeval voor de DWT-installaties buiten de gebouwen is dus een brand bij te

decontamineren NORM componenten. De dosis bij dit ongevallen **wordt** voor meer dan 97% bepaald door dosisbijdragen via het ingestiepad.

6.4.15 Samenvatting gevolgen van ontwerpbasisongevallen

Tabel 6-26 Kans van optreden en gevolgen van de ontwerpbasisongevallen

| Ontwerpbasis- ongeval (Tabel 6-10) | Frequentie (per jaar) | Emissie | Maximum individuele dosis (volwassenen) | Dosislimiet voor deze klasse van ontwerpbasisongevallen (volwassenen) ¹⁾ |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| 1 | <0,01 | Geen relevante additionele emissie | < 0,001 mSv | 1 mSv |
| 2 | < 0,04 | Geringe emissie in de lucht | 1,6 µSv | 1 mSv |
| 3 | > 0,1 | Geringe emissie in de lucht | 9,2 µSv | 0,1 mSv |
| 4a | < 0,04 | Geringe emissie in de lucht | 0,24 mSv | 1 mSv |
| 4b | < 10 ⁻⁴ | Emissie in de lucht | 15 mSv | 100 mSv |
| 5 | > 0,1 | Geen relevante additionele emissie | 0,0011 mSv | 0,1 mSv |
| 6a | 10 ⁻² - 10 ⁻⁴ | Geringe emissie in de lucht | 1,6 mSv | 10 mSv |
| 6b | <0,006 | Emissie in de lucht | 0,8 mSv | 10 mSv |
| 14 | 10 ⁻² - 10 ⁻⁴ | Alleen direct straling | 0,12 mSv | 10 mSv |

1) Bij eenjarige kinderen als referentiegroep zijn de limieten een factor 0,4 strenger. De limiet is dan bijvoorbeeld 40 mSv in plaats van 100 mSv.

Tabel 6-26 geeft een overzicht van de vergelijking van de dosisgevolgen van de ontwerpbasisongevallen bij de DWT met de daarvoor geldende limieten

6.5 Buiten-ontwerpbasisongevallen

Uit de lijst van externe (inleidende) gebeurtenissen, blijft alleen het neerstorten van een vliegtuig (12) over als een externe gebeurtenis die bij de DWT tot een buiten-ontwerpbasisongeval met aanzienlijke gevolgen voor de omgeving kan leiden. Hierbij wordt uitgegaan van een neerstortend zwaar

jachtvliegtuig, welk ongeval wat betreft de beschadiging van de wanden en vloeren, ernstiger is dan een ongeval met een neerstortend groot verkeersvliegtuig.

De kans dat een militair jachtvliegtuig de DWT treft, moet geschat worden op 3×10^{-8} /jaar. Deze kans is de voor Nederland gemiddelde kans per oppervlak ter grootte van de DWT.

Behalve dit buiten-ontwerpbasisongeval door externe oorzaak, zijn ook de ontwerpbasisongevallen beschouwd die bij het falen van een tweede veiligheidssysteem, tot een ernstig ongeval kan ontwikkelen.

Dit betreft:

- een leidingbreuk met gelijktijdig falen van de mantelbuis van de zeelozingsleiding of met gelijktijdig falen van de goot bij de ondergrondse leidingen tussen de gebouwen;
- het falen van de keldervloer na een interne overstroming;
- het falen van de filters van het ventilatiesysteem bij een uitgewerkt ontwerpbasisongevalscenario met brand.

Voor alle onderdelen van de DWT zijn de bovenstaande buiten-ontwerpbasisongevallen en hun gevolgen beschouwd. De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het computermodel NUDOS. Dit model is, samen met een aantal aanbevelingen voor parameterkeuze, een verbijzondering van het Nationaal Model, een in Nederland algemeen toegepaste voorspellingsmethode voor de verspreiding van luchtverontreiniging, gebaseerd op het gaussisch pluimmodel.

Bij de berekeningen zijn de volgende blootstellingswegen beschouwd:

- straling vanuit de wolk met radioactieve stoffen tijdens het overtrekken;
- inademing van verontreinigde lucht tijdens de passage van de wolk;
- straling vanaf de door depositie besmette bodem tot 50 jaar na het ongeval;
- ingestie van direct besmette groenten en fruit;
- ingestie van groenten en fruit geteeld op door depositie verontreinigde bodem, waarbij door opname via de wortels de eetbare delen eveneens verontreinigd raken.

De doses voor het ingestiepad zijn berekend voor volwassen personen die uitsluitend voedsel gebruiken uit het besmette gebied.

6.5.1 Decontaminatiegebouw

Omdat bij alle ontwerpbasisongevallen voor het decontaminatiegebouw het falen van de filters van het ventilatiesysteem al was aangenomen, blijven alleen de scenario's over die volgen op een vliegtuig ongeval.

Indien een zwaar jachtvliegtuig neerstort zal het decontaminatiegebouw verwoest worden, waardoor de installaties in dit gebouw ernstig worden beschadigd. Hierbij zijn twee situaties mogelijk:

- 1) een vliegtuigcrash zonder kerosinebrand en
- 2) een vliegtuigcrash met een kerosinebrand.

Door de crash zullen radioactieve stoffen gebonden aan sludge of hars uit de beschadigde systemen en vaten vrijkomen op de werkvloer. Omdat verspreiding van dezelfde hoeveelheid radioactieve stoffen zonder een hevige brand tot hogere maximale doses leidt, is in deze revisie van de ongevalsanalyse van DWT alleen een vliegtuigongeval met kleine brand (zonder kerosine brand) beschouwd.

In Tabel 6-27 zijn de emissiefracties van de diverse bronnen van dit scenario aangegeven.

Tabel 6-27 Emissies buiten-ontwerpbasisongeval decontaminatiegebouw

| Scenario | Bronnen | Emissiefracties |
|-----------------------------------|---------|-------------------|
| Vliegtuigongeval met kleine brand | Hars | $1 \cdot 10^{-3}$ |

Het voor dit ongeval bepaalde dominante multifunctionele individuele risico met de locatie van het maximum is weergegeven in Tabel 6-28.

Tabel 6-28 MIR volwassenen buiten-ontwerpbasisongevallen decontaminatiegebouw

| Scenario | Maximum plaats | Maximum per jaar | Bijdrage ingestie |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| Vliegtuigongeval met kleine brand | 45 m ten noorden | $2,7 \cdot 10^{-14}$ | 90 % |

Voor het decontaminatiegebouw is het buiten-ontwerpbasisongeval het ongevalscenario dat geïnitieerd wordt door een vliegtuigongeval, maar waarbij deze niet gevolgd wordt door een voldoende grote brand om stijging van de rookgassen te geven. De doses bij genoemde ongevallen wordt gedomineerd door de ingestiebijdrage.

6.5.2 Waterbehandelingsgebouw

Voor de ontwerpbasisongevallen voor het waterbehandelingsgebouw waarvoor bij de ontwerpbasisongevallen was aangenomen dat de filters van het ventilatiesysteem functioneerden, moet het niet-functioneren van het ventilatiefilter als buiten-ontwerpbasisongeval beschouwd worden. De kans van optreden van deze scenario's wordt gevonden door de kans van optreden bij de ontwerpbasisongevallen te vermenigvuldigen met de kans van 10^{-2} dat de filters falen. Daarnaast moeten ook de scenario's die volgen op een vliegtuigongeval worden beschouwd.

- Brand opslagruimte met HFR-hars

Na falen van het brandmeldsysteem kan een brand in de opslagruimte voor HFR-hars zich ongestoord ontwikkelen. Door de brand worden de harsvaten beschadigd waardoor de hars vlam vat en de daarin aanwezige activiteit deels in een goed verspreidbare vorm vrijkomt. Hoewel het ventilatiesysteem in bedrijf is functioneert het filter niet, zodat de besmette gebouwenlucht ongefilterd naar buiten gaat.

- Brand in de opslagruimte met Covra gereed vast afval

Na falen van het brandmeldsysteem kan een brand in de opslagruimte vaten zich ongestoord ontwikkelen. Door de brand worden de vaten beschadigd waardoor eventueel brandbaar afval vlam vat en de daarin aanwezige activiteit deels vrijkomt. Hoewel het ventilatiesysteem in bedrijf is functioneert het filter niet. De besmette gebouwenlucht gaat in dit geval ongefilterd naar buiten.

- Brand in slibdrooglijn

Na falen van het brandmeldsysteem kan een brand bij de slibdrooglijn zich ongestoord ontwikkelen. Deze kan zo hevig worden dat het droge slib in de vaten wordt verhit, het nog aanwezige vocht verdampt en gedroogde slibdeeltjes vrijkomen in de gebouwenlucht. Hoewel het ventilatiesysteem in bedrijf is functioneert het filter niet, zodat de besmette gebouwenlucht ongefilterd naar buiten gaat.

- Falen van het slibbassin

Na falen van een betonnen bak waarin zich het bassin bevindt zullen vanuit de plas met slib radioactieve stoffen vrijkomen in de gebouwlucht. Hoewel het ventilatiesysteem in bedrijf is functioneert het filter niet, zodat de besmette gebouwenlucht ongefilterd naar buiten gaat.

- Falen van het bufferbassin met HFR afvalwater

Na falen van een betonnen bak waarin zich het bassin bevindt zullen vanuit de plas met afvalwater radioactieve stoffen vrijkomen in de gebouwlucht. Hoewel het ventilatiesysteem in bedrijf is functioneert het filter niet, zodat de besmette gebouwenlucht ongefilterd naar buiten gaat.

- Vliegtuigongeval

Indien een zwaar jachtvliegtuig neerstort zal het waterbehandelingsgebouw verwoest worden, waardoor de installaties in dit gebouw ernstig worden beschadigd. Radioactieve stoffen gebonden aan slib uit de beschadigde bassins, tanks en vaten zullen vrijkomen op de werkvloer. Wanneer er slechts een kleine brand optreedt, zal door verdamping de in vocht opgeloste radioactieve stoffen ongefilterd in de buitenlucht vrijkomen.

Tabel 6-29 geeft het overzicht van de emissies bij de geïdentificeerde buiten-ontwerpbasisongevallen.

Tabel 6-29 Emissies buiten-ontwerpbasisongevallen waterbehandelingsgebouw

| Scenario | Bronnen | Emissiefracties |
|-----------------------------------|---|---------------------|
| Brand opslagruimte HFR-hars | Vaten hars uit de HFR | $5 \cdot 10^{-4}$ |
| Brand opslagruimte vast afval | Vaten (Covra gereed) vast afval | $5 \cdot 10^{-2}$ |
| Brand slibdrooglijn | Slibvoorraad slibdrooglijn | $1,1 \cdot 10^{-3}$ |
| Falen van het slibbassin | Bassin en tanks met slib | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| Falen bufferbassin HFR afvalwater | Bufferbassin afvalwater HFR | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| Vliegtuigongeval met kleine brand | Slibvoorraad slibdrooglijn | $1,1 \cdot 10^{-3}$ |
| | Bassin en tanks met slib | $1 \cdot 10^{-4}$ |
| | Bufferbassin afvalwater HFR | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| | Falen dagtank | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| | Falen tank met voorraad gereinigd afvalwater | $1 \cdot 10^{-2}$ |
| | Opslagruimte COVRA gereed vaten + persklare vaten | $1 \cdot 10^{-1}$ |
| | opslagruimte harsvaten | $1 \cdot 10^{-3}$ |

De voor de buiten-ontwerpbasisongevallen bepaalde multifunctionele risico's staan vermeld in Tabel 6-30. Ook de ingestiebijdrage, welke geheel te voorkomen is, in Tabel 6-30 vermeld.

Tabel 6-30 Maximum MIR buiten-ontwerpbasisongevallen waterbehandelingsgebouw

| Scenario | Plaats maximum | Maximum per jaar | Bijdrage ingestie |
|-------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| Brand opslagvaten + falend filter | 45 m ten noorden | $1,2 \cdot 10^{-8}$ | 99 % |
| Brand HFR-hars + falend filter | 45 m ten noorden | $2,2 \cdot 10^{-9}$ | 94 % |
| Brand slibdrooglijn + falend filter | 45 m ten noorden | $3,8 \cdot 10^{-11}$ | 98 % |
| Falen slibbassin + falend filter | 45 m ten noorden | $1,9 \cdot 10^{-10}$ | 72 % |
| Falen HFR-bassin + falend filter | 45 m ten noorden | $2,1 \cdot 10^{-9}$ | 94 % |
| Vliegtuigongeval met kleine brand | 45 m ten noorden | $2,1 \cdot 10^{-12}$ | 72 % |

Uit Tabel 6-30 is af te leiden dat brand bij de opslag van vaten vast afval afkomstig van de HFR met een falend filter voor het waterbehandelingsgebouw het bepalende buiten-ontwerpbasisongeval is. De dosis wordt gedomineerd door de ingestiedosis.

6.5.3 Vast-afvalverwerkingsgebouw

Voor het vast-afvalverwerkingsgebouw, waarvoor bij de ontwerpbasisongevallen was aangenomen dat de filters van het ventilatiesysteem functioneerden, moet het niet-functioneren van het ventilatiefilter als buiten-ontwerpbasisongeval beschouwd worden. Daarnaast moeten ook de scenario's die volgen op een vliegtuigongeval worden beschouwd.

- Brand bij opslag afvalvaten
Na falen van het brandmeldsysteem in de sluis voor afvalvaten kan, hierbij het merendeel van activiteit in de gebouwenlucht vrijkomen. De sluis heeft geen ramen dicht bij de potentiële vuurhaard. Hoewel het ventilatiesysteem in bedrijf is functioneert het filter niet, zodat de besmette gebouwenlucht ongefilterd naar buiten gaat.
- Vliegtuigongeval
Indien een zwaar jachtvliegtuig neerstort zal het vast-afvalverwerkingsgebouw worden verwoest, waarbij de daarin opgeslagen vaten deels ernstig beschadigd zullen worden. Indien er slechts een kleine brand optreedt, zal door verdamping de in vocht opgeloste radioactieve stoffen ongefilterd in de buitenlucht vrijkomen.

De emissiefracties van deze ongevallen zijn in Tabel 6-31 weergegeven.

Tabel 6-31 Emissies buiten-ontwerpbasisongevallen vast-afvalverwerkingsgebouw

| Scenario | Bronnen | Emissiefracties |
|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Brand bij opslagvaten | Tussenvoorraad persklare afvalvaten | $5 \cdot 10^{-2}$ |
| Vliegtuigongeval met brand | Tussenvoorraad persklare vaten | $1 \cdot 10^{-1}$ |

Voor het vast-afvalverwerkingsgebouw zijn voor de drie buiten-ontwerpbasisongevallen de bepaalde multifunctionele risico's vermeld in Tabel 6-32.

Tabel 6-32 Maximum MIR buiten-ontwerpbasisongevallen vast-afvalverwerkingsgebouw

| Scenario | Plaats maximum | Maximum per jaar | Dominante bijdrage |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|--------------------|
| Brand opslagvaten + falend filter | 45 m ten noorden | $1,4 \cdot 10^{-9}$ | 94 % ingestie |
| Vliegtuigongeval met brand | 45 m ten noorden | $2,3 \cdot 10^{-13}$ | > 90 % ingestie |

Uit Tabel 6-32 is af te leiden dat **het** bepalende buiten-ontwerpbasisongeval voor het vast-afvalverwerkingsgebouw brand bij de vaten opslag is bij falend filter. Deze dosis wordt gedomineerd door de bijdrage van de ingestiedosis, welke geheel te voorkomen is.

6.5.4 Waste Transfer Unit

Voor de WTU, waarvoor bij de ontwerpbasisongevallen was aangenomen dat de filters van het ventilatiesysteem en de blusinstallatie functioneerden, moet het niet-functioneren van het ventilatiefilter en de blusinstallatie als buiten-ontwerpbasisongeval beschouwd worden. Daarnaast moeten ook de scenario's die volgen op een vliegtuigongeval worden beschouwd.

- Brand in de WTU met falen van blusinstallatie en filters
Doordat de brandbaarheid van constructiematerialen en gebruiksmaterialen in de beladingsinstallatie zoveel mogelijk is beperkt is de kans op een brand gering. Er wordt uitgegaan van een langdurige brand door het falen van de blusinstallatie waarbij de verpakkingen van het middel radioactief afval falen en waarbij de filters niet functioneren.
- Vliegtuigongeval
Indien een zwaar jachtvliegtuig neerstort zal de Waste Transfer Unit worden verwoest, waarbij de daarin aanwezige vaten ernstig beschadigd zullen worden. Dit is vergelijkbaar met het hierboven geschetste scenario van een langdurige brand maar heeft een kleinere kans van optreden en zal daarom niet afzonderlijk beschouwd worden.

Tabel 6-33 Emissies buiten-ontwerpbasisongeval WTU

| Scenario | Bronnen | Emissiefracties |
|--|-----------------------|-----------------|
| Langdurige brand in de WTU + falend filter | In WTU aanwezig afval | 0,05 |

Voor de WTU is voor het buiten-ontwerpbasisongeval het bepaalde multifunctionele risico vermeld in Tabel 6-34.

Tabel 6-34 Maximum MIR buiten-ontwerpbasisongeval WTU

| Scenario | Plaats maximum | Maximum per jaar | Dominante bijdrage |
|--|------------------|---------------------|--------------------|
| Langdurige brand in de WTU + falend filter | 45 m ten noorden | $2,1 \cdot 10^{-8}$ | > 90% ingestie |

Deze hier boven vermelde dosis wordt gedomineerd door de bijdrage van de ingestiedosis, welke geheel te voorkomen is.

6.5.5 Intermediate Storage Facility

Voor de ISF zijn de volgende buiten-ontwerpbasisongevallen beschouwd:

- **Interne brand**
Een heftruckbrand die niet succesvol geblust kan worden zorgt ervoor dat de afvalverpakkingen op de lepels zodanig verhit worden dat de brandbare inhoud boven de ontbrandingstemperatuur komt en verbrandt.
- **Storm / Tornado's en projectielen veroorzaakt door tornado's / Valwind**
Door een zeer zware storm, tornado of valwind is er een kans dat het ISF gebouw beschadigd raakt en (deels) haar afschermende functie verliest en dat daarnaast door het natuurgeweld vaten beschadigd raken waarvan de verspreidbare inhoud vrijkomt.
- **Vliegtuigongeval**
Door het neerstorten van een vliegtuig op of zeer nabij de ISF raakt het gebouw zwaar beschadigd. Als gevolg van de crash breekt er een brand uit die wordt gevoed door de kerosine uit het vliegtuig. Dit zal leiden tot vrijzetting van een groot deel van de radioactieve stoffen uit de transportverpakkingen. De brand zorgt voor vervluchtiging en verdamping van radioactief materiaal uit het vast en vloeibare afval.

Tabel 6-35 Emissies buiten-ontwerpbasisongevallen ISF

| Scenario | Bronnen | Emissiefracties |
|--|--------------------------------|-----------------|
| Interne brand | Pallet met 8 blauwe vaten | 0,1 |
| Storm / Tornado's en projectielen veroorzaakt door tornado's / Valwind | 128 blauwe vaten | 0,01 |
| Vliegtuigongeval kleine brand | 24 MTC's type 1 molybdeenafval | 0,01 |
| | 128 blauwe vaten | 0,1 |
| Vliegtuigongeval grote brand | 24 MTC's type 1 molybdeenafval | 1 |
| | 128 blauwe vaten | 1 |

Voor de ISF zijn de voor de buiten-ontwerpbasisongevallen bepaalde multifunctionele risico's vermeld in

Tabel 6-36.

Tabel 6-36 Maximum MIR (volwassenen) buiten-ontwerpbasisongevallen ISF

| Scenario | Plaats maximum | Maximum per jaar | Bijdrage ingestie |
|--|------------------|----------------------|-------------------|
| Interne brand | 10 m ten noorden | $5,4 \cdot 10^{-11}$ | 15 % |
| Storm / Tornado's en projectielen veroorzaakt door tornado's / Valwind | 10 m ten noorden | $2,7 \cdot 10^{-10}$ | 11 % |
| Vliegtuigongeval | 10 m ten noorden | $4,4 \cdot 10^{-9}$ | 30 % |

6.5.6 DWT installaties buiten de gebouwen

Eén van de te beschouwen buiten-ontwerpbasisongevallen die betrekking heeft op de installaties buiten de gebouwen is het dubbel falen van de zeelozingsleiding. Daarnaast moeten ook buitenontwerp-ongevallen voor de potentiële emissiebronnen op de vloeistofdichte opslagvloer beschouwd worden.

- Dubbel falen van de zeelozingsleiding

Na dubbel falen van de zeelozingsleiding wordt licht-radioactief water in het zand op het strand geloosd. Hierbij wordt verondersteld dat eenmalig een totale batch lozingswater (75 m^3) vrijkomt.

- Vliegtuigongeval op de opslagvloer

Indien een zwaar jachtvliegtuig op de opslagvloer neerstort, zullen de daar opgeslagen sludgetanks falen en zal de sludge over de vloer uitlopen. Wordt dit ongeval gevolgd door een kleine brand, dan zal de in het sludge-water opgeloste activiteit deels verdampen en vrijkomen in de buitenlucht. Zou dit scenario gevolgd worden door een grote kerosinebrand, dan zal door de hitte van de brand de sludge indrogen en deels tot een verspreidbare vorm verpoederen. De verspreidbare radioactieve stoffen zullen met de rookgassen in de omgeving verspreid worden. In Tabel 6-37 zijn de emissiefracties van deze scenario's opgenomen.

Tabel 6-37 Emissies buiten-ontwerpbasisongevallen buiten de DWT-gebouwen

| Scenario | Bronnen | Emissiefracties |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Dubbel falen van de zeelozingsleiding | Voorraad afvalwater | 1 |
| Vliegtuigongeval met kleine brand | Sludge uit olie- en gasindustrie | $5,5 \cdot 10^{-4}$ |

Voor de twee buiten-ontwerpbasisongevallen welke buiten de gebouwen plaats zouden kunnen vinden, zijn de multifunctionele individuele risico's in Tabel 6-38 vermeld. Ook hier wordt het risico gedomineerd door de ingestiedosis.

Tabel 6-38 Maximum MIR buiten-ontwerpbasisongevallen buiten de gebouwen

| Scenario | Plaats maximum | Maximum per jaar | Bijdrage ingestie |
|--|------------------|----------------------|-------------------|
| Dubbel falen van de zeelozingsleiding *) | 500 m ten westen | $4,6 \cdot 10^{-10}$ | 100 % |
| Vliegtuigongeval met kleine brand | 45 m ten noorden | $5,0 \cdot 10^{-14}$ | 98 % |

*) De doses voor het ongeval van dubbel falen van de zeeleiding zijn berekend onder de aanname van inname van 1 kg met lozingswater verontreinigd zand.

In Tabel 6-39 is een overzicht weergegeven van het 'per locatie' bepaalde dominante buiten-ontwerpbasisongeval. Voor de DWT-installaties buiten de gebouwen is het dubbel falen van de zeelozingsleiding het bepalende buiten-ontwerpbasisongeval.

Tabel 6-39 Overzicht MIR's van dominante buiten-ontwerpbasisongevallen (voor volwassenen)

| Locatie | Scenario | Maximum | Maximum per jaar | Dominante bijdrage |
|-----------------------------|---|------------------|----------------------|--------------------|
| Decontaminatiegebouw | Vliegtuigongeval met kleine brand | 45 m ten noorden | $8,5 \cdot 10^{-15}$ | 90 % ingestie |
| Waterbehandelingsgebouw | Brand HFR-hars plus falend filter | 45 m ten noorden | $1,2 \cdot 10^{-8}$ | 99 % |
| Vast-afvalverwerkingsgebouw | Brand opslag vaten plus falend filter | 45 m ten noorden | $1,4 \cdot 10^{-9}$ | 94 % ingestie |
| Waste Transfer Unit | Brand in de beladingsinstallatie plus falend filter | 45 m ten noorden | $2,1 \cdot 10^{-8}$ | > 90% ingestie |

| | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Intermediate Storage Facility | Vliegtuigongeval met kleine brand | 10 m ten noorden | $4,7 \cdot 10^{-9}$ | 69 % grond |
| Zeelozingsleiding | Dubbel falen zeelozingsleiding | 500 m ten westen | $4,6 \cdot 10^{-10}$ | 100 % ingestie |

Uit Tabel 6-39 is af te leiden dat het maximale multifunctionele risico optreedt bij langdurige brand in de Waste Transfer Unit. Dit maximum is gevonden direct aan de terreingrens ten noorden van de DWT en wordt gedomineerd door de ingestiedosis, welke geheel te voorkomen is.

Voor een overzicht van kansen en consequenties van maatgevende ongevallen voor de diverse installaties op de NRG-inrichting t.b.v. toetsing aan de daarvoor geldende criteria wordt verwezen naar deel 1 van dit Veiligheidsrapport.

7 Stralingsbescherming

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de specifieke implementatiekenmerken voor de DWT. Voor toelichting op de algemene wijze van implementatie van de stralingshygiënische zorg en over de waarborging van het ALARA-beginsel binnen NRG, wordt verwezen naar deel 1: Algemeen & Centrale Voorzieningen en deel 3: Stralingshygiënische zorg van het Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten.

7.1 Stralingshygiënische voorzieningen

Ontwerpvoorzieningen

Bij de DWT wordt de stralingsbelasting beperkt door:

- het toepassen van voldoende afscherming tegen directe straling;
- het voorkomen van radioactieve besmetting van personen;
- het minimaliseren van verblijftijden in ruimten met een verhoogd stralingsniveau;
- het handhaven van een zo groot mogelijke afstand tot een stralend object.

Hierbij is het ALARA-beginsel in acht genomen.

Indeling in stralingszones

Bij de DWT wordt per gebouw een onderverdeling in twee zones gehanteerd waar verschillende regels betreffende stralingsbescherming gelden, te weten:

- de bewaakte zone, waar radiologische werkzaamheden mogen plaatsvinden;
- de gecontroleerde radiologische zone: gebied met een verhoogd radiologisch risico.

De indeling van de stralingszones en de bijbehorende beperkingen zijn in overleg met de Algemeen Stralingsdeskundige vastgesteld.

7.2 Maatregelen met betrekking tot stralingsbescherming

7.2.1 Maatregelen bij de behandeling van radioactief afval

Het laagactief afval, in standaardvaten, geeft in het algemeen geen aanleiding tot een verhoogde persoonsdosis. Bij de behandeling van het overig radioactief afval vindt geen significante blootstelling aan straling plaats, omdat het afval zich slechts óf in een cel óf in een afschermend vat bevindt.

7.2.2 Afscherming

De afscherming van radioactief materiaal is van primair belang bij het toepassen van het ALARA-beginsel. Belangrijk hierbij is dat verspreiding van radioactieve stoffen te allen tijde voorkomen moet worden. Om verspreiding van radioactief materiaal tegen te gaan, worden behandelingen van radioactief materiaal zo veel mogelijk in een afgesloten cabine of cel uitgevoerd, dan wel vinden de decontaminatiewerkzaamheden in natte omgeving plaats.

7.2.3 Ventilatie

De ventilatie is een middel om accumulatie van zwevende radioactieve stoffen in de gebouwen te verminderen; hiermee wordt ook het ALARA-beginsel nageleefd. De uitgaande gebouwlicht wordt via een monitor geleid, zodat de hoeveelheid radioactieve stoffen die het gebouw verlaat, wordt gecontroleerd.

Het ventilatiesysteem bestaat uit een filterpakket waarin de volgende filters voorkomen:

- een voorfilter dat de meeste stofdeeltjes vangt;
- een absoluutfilter om de fijnere deeltjes die niet door het voorfilter gevangen zijn alsnog tegen te houden;
- zo nodig een actief koolfilter om jodium te kunnen afvangen.

7.2.4 Meetapparatuur

In Tabel 7-1 is weergegeven welke monitoren ten behoeve van stralings- en radioactiviteitsmetingen in de DWT aanwezig zijn en welke een alarmeringsfunctie hebben in het gebouwbeheersysteem.

Tabel 7-1 Stralingsmeetapparatuur

| Omschrijving | Locatie | Alarmfunctie | Frequentie |
|---------------------------|--------------------|-----------------|--------------|
| gamma-monitor | verscheidene | ja | continu |
| besmettingsmonitor | uitgang decogebouw | ja | op aanspraak |
| continue luchtstofmonitor | leidinggangen | lozingscontrole | continu |

Naast bovenstaande instrumenten is er een aantal draagbare meetapparaten aanwezig voor het bepalen van lokale stralings- en besmettingsniveaus. Voor zover van toepassing zijn medewerkers uitgerust met ambtelijke persoonsdosimeters die conform de daarvoor geldende termijnen door een erkende dosimetriedienst worden uitgelezen.

Tevens worden regelmatig representatieve watermonsters uit de behandelde vloeibare afvalstromen genomen en op mogelijke restactiviteit geanalyseerd voordat lozing kan plaatsvinden. De waterlozingen worden geregistreerd in een centrale administratie.

7.2.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Indien de omstandigheden dit noodzakelijk maken, wordt beschermende kleding gebruikt zoals witte jassen, overalls, verse-luchtpakken, handschoenen, overschoenen, veiligheidsbrillen en -schoenen, gehoorbeschermingsmiddelen, filtermaskers etc.

7.2.6 Toegangscontrole

Toestemming tot het betreden van de DWT-gebouwen wordt verkregen van de manager DWT of een daartoe gemachtigde persoon. Voor werkzaamheden die worden uitgevoerd door derden, dient een werkvergunning te worden aangevraagd. Op deze werkvergunning is aangegeven aan welke radiologisch beperkingen de werkzaamheden zijn onderworpen en welke persoonlijke beschermingsmiddelen dienen te worden toegepast. De werkvergunning dient goedgekeurd te worden door de manager DWT of een hiertoe gemachtigde persoon.

7.3 Registratie van de persoonsdoses

Het persoonsdosisequivalent van personen wordt op een per situatie verschillende, maar passende, manier gemeten. In de radiologische zones dienen personen een dosimeter te dragen. Voor blootgestelde werknemers is dat in ieder geval een ambtelijke persoonsdosimeter, eventueel aangevuld met een elektronische dosimeter. Voor niet-blootgestelde werkers en bezoekers zal de wijze van dosisregistratie afhangen van de aard van het werk of bezoek, maar veelal zal dat via een elektronische dosimeter worden gedaan. Wanneer onverhoopt een inwendige blootstelling wordt vastgesteld, wordt deze intern geregistreerd en, indien van toepassing, aan NDRIS doorgegeven. Bij een niet-verwachte interne of externe blootstelling kan een onderzoek naar de oorzaak worden ingesteld. Net als andere afwijkingen wordt een dergelijk voorval afgehandeld conform de in het managementsysteem opgenomen verbeterprocessen.

7.4 Opleiding en instructie met betrekking tot stralingsbescherming

Alle nieuwe medewerkers worden opgeleid conform vastgelegde voorschriften. De inhoud van deze opleiding, waarbij de stralingshygiënische aspecten van de werkzaamheden een prominente plaats innemen, is afhankelijk van de functie en het opleidingsniveau van de medewerker. Tevens vinden



regelmatig herhalingscursussen plaats om de kennis van de medewerkers op peil te houden. Er wordt geregistreerd wie welke opleiding heeft gevolgd.

Figuren



Figuur 1 Situering DWT met relevante leidingen (ref: B32-142NUC7-C)

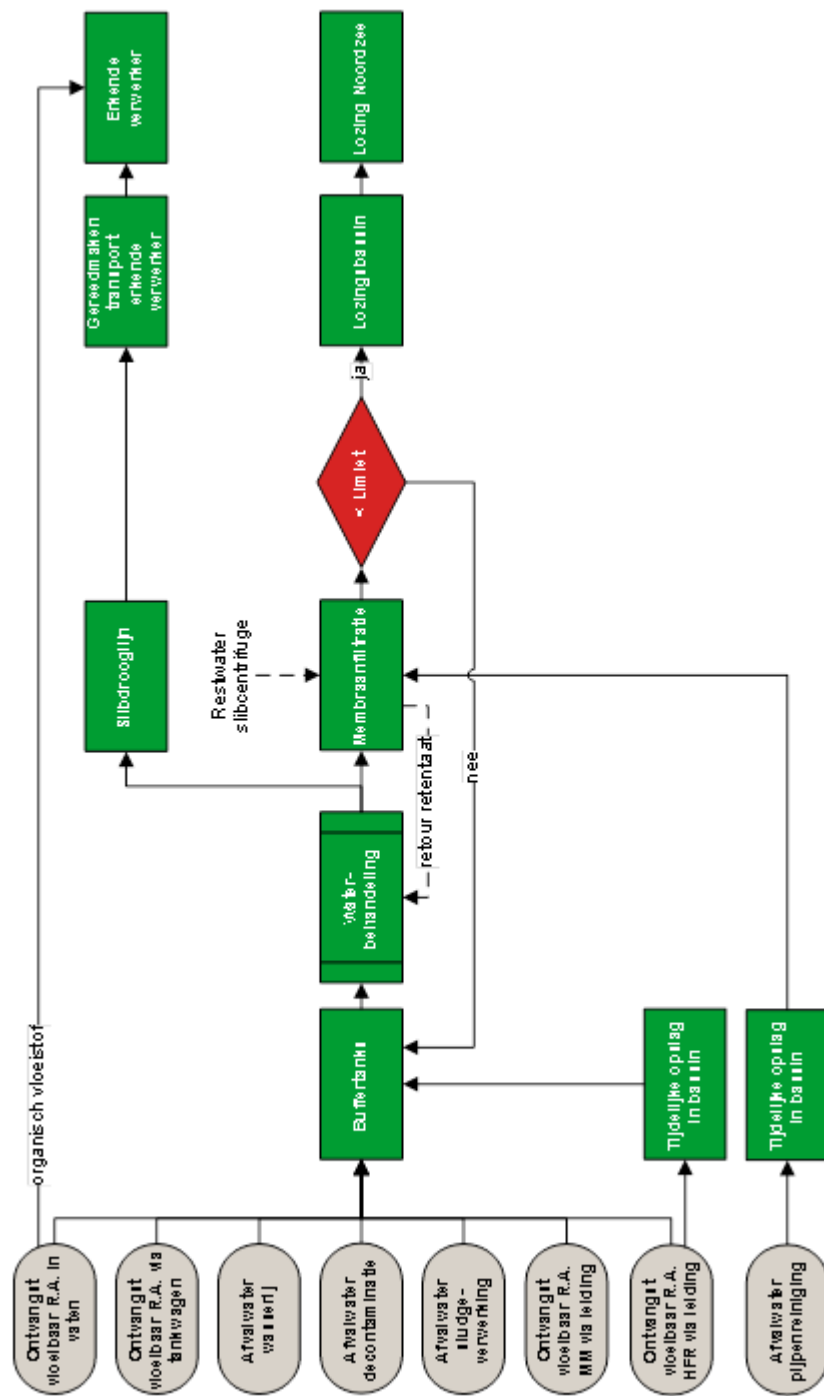


Figuur 2 Decontaminatiegebouw (gebouw 21)

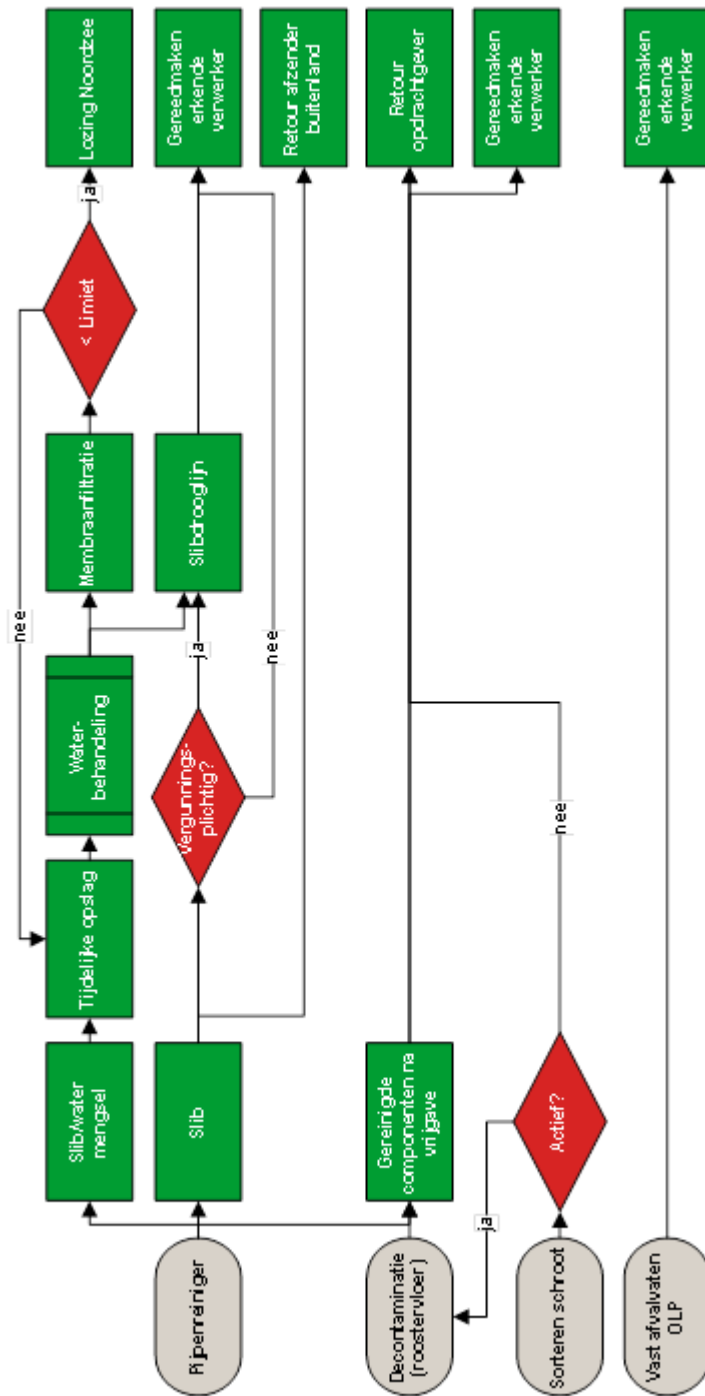
Figuur 3 Waterbehandelingsgebouw (gebouw 22)

Figuur 4

Inrichting gebouw 24, 25 en 26 en ISF (ref: B 06-605_A)



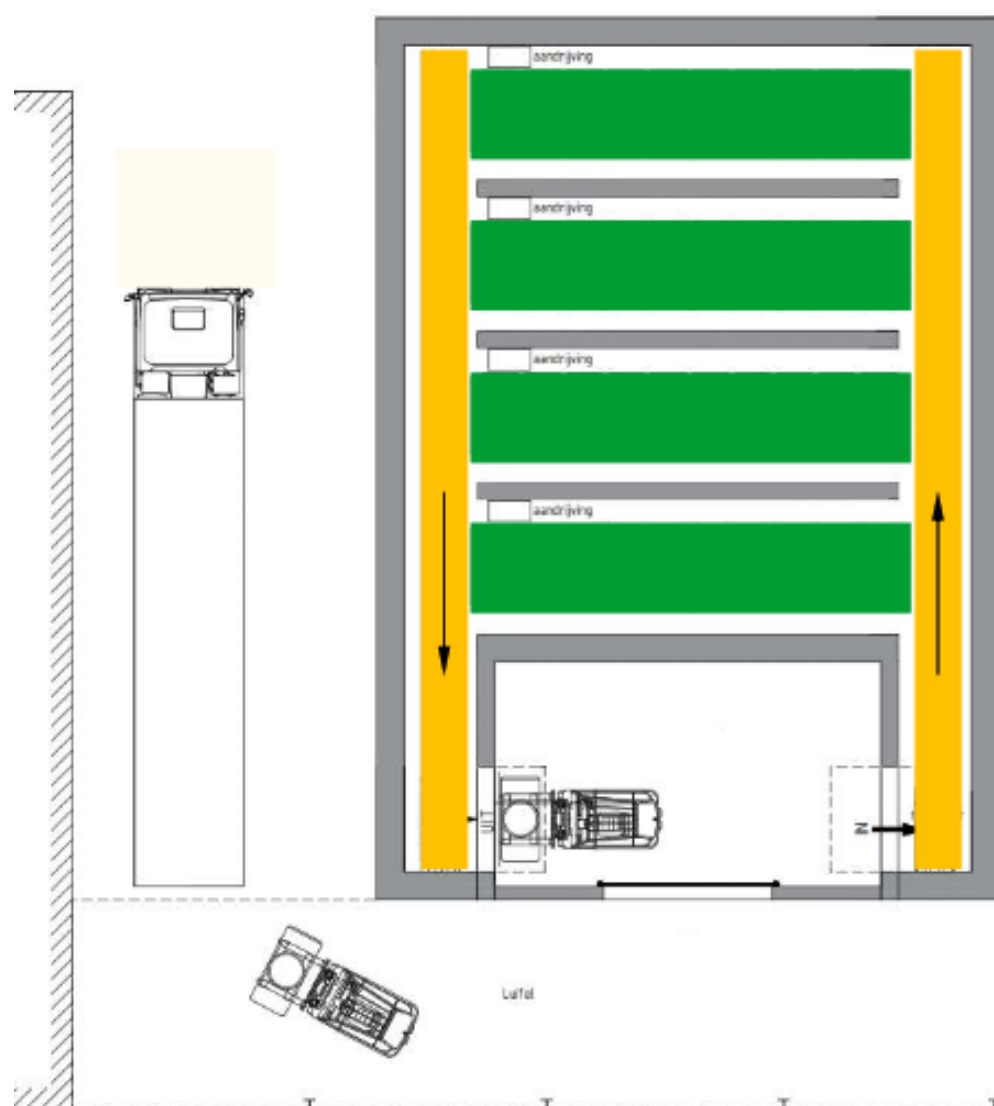
Figuur 5 Processchema vloeibaar radioactief afval DWT:waterbehandeling (inclusief voormalige pijpreiniger)



Figuur 6 Processchema laagactief vast radioactief afval DWT (inclusief voormalige pijpenreiniger)



Figuur 7 Inrichting van gebouw 24 met de daarin voorziene WTU-installatie



Figuur 8: Intern transport in de intermediate storage facility.