

# Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten

Deel 5 Waste Storage  
Facility

In opdracht van Directie NRG

rev. nr.	datum	omschrijving
<b>F</b>	<b>2020/05/05</b>	<b>Aanpassing t.b.v. actualisatie</b>
E	2014/11/15	Additionele aanpassingen
D	2014/08/29	Additionele aanpassingen
C	2013/06/20	Commentaar RVC verwerkt
B	2013/06/06	Aanpassingen i.v.m. de RAP-beladingsinstallatie
A	2000/07/14	Aanvraag integrale Kernenergiewetvergunning

auteur(s):	L.J. Potgieter	beoordeeld:	R.C.L. v.d. Stad	05-05-2021
			R. Huiskamp	
	5-5-2021			05-05-2021
naam:	120639r VR WSF deel 5 revF def	goedgekeurd:	M.P. Bögert	
referentienr.:	13.120639 rev F			5-mei-2021
43 pagina's	5 mei 2021			



## Inhoudsopgave

	Lijst van tabellen	4
	Lijst van figuren	4
	Voorwoord	5
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Doel en structuur van het Veiligheidsrapport	7
1.2	Voorkomen en beheersen van ongevallen	8
1.3	Inhoud van het veiligheidsrapport	10
<b>2</b>	<b>Inrichting en installaties</b>	<b>11</b>
2.1	Opslagsystemen	11
2.2	Installaties	14
2.3	Algemene voorzieningen	16
<b>3</b>	<b>Bedrijfservaring en rechtvaardiging</b>	<b>17</b>
3.1	Historisch overzicht	17
3.2	Evaluatie Milieu Effect Rapportage	17
3.3	Bedrijfservaring	18
3.4	Toekomstig onderzoek	18
3.5	Rechtvaardiging	19
<b>4</b>	<b>Radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen</b>	<b>21</b>
4.1	Aard van de radioactieve stoffen, splijtstoffen en type toestellen	21
4.2	Hoeveelheid radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen	22
4.3	Registratie, inspectie en administratie	23
4.4	Gebruik van radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen	23
4.5	Afvoer radioactieve stoffen en splijtstoffen	23
<b>5</b>	<b>Radioactief afval van de WSF</b>	<b>25</b>
5.1	Vast, vloeibaar en gasvormig afval	25
5.2	Metingen aan radioactieve afvalstromen	26
5.3	Afvoer van het radioactief afval	26
5.4	Gevolgen van lozingen vanuit de WSF	26
<b>6</b>	<b>Veiligheidsevaluatie</b>	<b>27</b>
6.1	Veiligheidsmaatregelen in de WSF	27
6.1.1	Materiële maatregelen	27
6.1.2	Organisatorische maatregelen	28
6.1.3	Brandpreventie, -detectie en -bestrijding	29
6.1.4	Ongevalbestrijding en noodplannen	30
6.2	Ongevalsituaties en gevolgenanalyse	31
6.2.1	Ontwerpongevallen	31
6.2.2	Buitenontwerpongevallen	32
6.2.3	Gevolgen van een vliegtuigcrash	33
<b>7</b>	<b>Stralingshygiëne</b>	<b>37</b>
7.1	Stralingshygiënische voorzieningen	37
7.1.1	Ontwerpvoorzieningen	37
7.1.2	Bedrijfsvoering	38
	Figuren	41

## Lijst van tabellen

Tabel 4.1 De opslagcapaciteit van de WSF 22

Tabel 6.1 **Maximaal Individueel Risico (MIR)** voor volwassenen bij een vliegtuiginslag gevolgd door brand 35

## Lijst van figuren

**Figuur 1** **Terreinsituering met WSF gebouw 26** 41

**Figuur 2** **Plattegrond WSF gebouw 26** 42

Figuur 3 Plattegrond en doorsneden WSF gebouw 26 43

## 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 5 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 **versie D en E** zijn aanpassingen van de WSF ten behoeve van de logistieke handelingen in verband met de definitieve verwijdering van radioactief afval vanaf de OLP toegevoegd. Daarnaast is tijdelijke opslag van harsen afkomstig van de HFR toegevoegd.

**In deze herziene versie F is een aanpassing toegevoegd op de plattegrond ten behoeve actualisatie. Daarnaast is de verwijzing naar de LFR verwijderd.**

**De aanpassingen zijn aangegeven met een lijn in de kantlijn en als vet gedrukte tekst.**



# 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 instandhouden 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 op dit moment 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 bij de Waste Storage Facility (WSF) wordt gewaarborgd bij storingen en ongevallen. Tevens wordt het veiligheidsniveau beschreven dat bij de bedrijfsvoering van de WSF wordt gerealiseerd.

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. Hierbij dienen de Nucleaire Veiligheidsregels zoals beschreven in NVR-1.1 als uitgangspunt.

### *De veiligheidsfilosofie 'defence in depth'*

Het principe van 'defence in depth' is het compenseren van mogelijk menselijk en/of mechanisch falen door het toepassen van meerdere niveaus van beveiliging en meerdere fysieke barrières ter voorkoming van een ongewenste gebeurtenis en het voorkomen en beperken van emissie van radioactieve stoffen naar de omgeving ten gevolge van een dergelijke gebeurtenis.

Deze 'defence in depth' filosofie, zoals in deel 1 van het Veiligheidsrapport nader is toegelicht, ligt ten grondslag aan alle nucleaire veiligheid en daarom ook aan het veiligheidsontwerp van de WSF. Daaraan is bij de WSF op de volgende wijze invulling gegeven.



### *Niveau 1: preventie*

Bij het ontwerpen van de WSF is ernaar gestreefd:

- voldoende afscherming van straling te bieden, zowel voor de medewerkers als voor de bevolking in de omgeving;
- verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen;
- het radioactief materiaal zodanig op te slaan dat dit zo min mogelijk aan destructieve invloeden wordt blootgesteld (bijvoorbeeld roestvorming door grond- of condenswater);
- te voorkomen dat bij de omgang met splijtstoffen criticiteit optreedt;
- door het in deel 1 beschreven veiligheidssystemen en door procedures voor alle belangrijke handelingen, wordt de veiligheid van de bedrijfsvoering van de WSF gewaarborgd.

### *Niveau 2: beheersing*

Het optreden van abnormale situaties, zoals een (sterk) verhoogd stralingsniveau en de aanwezigheid van luchtgedragen besmetting, wordt gedetecteerd door ruimtemonitors, waaronder een luchtstofmonitor.

Besmetting van vloeren en wanden wordt gecontroleerd door het regelmatig uitvoeren van veegproeven.

Ter voorkoming van verdere verspreiding van onverhoopt aanwezige besmetting is een overstapprocedure van kracht met de bijbehorende besmettingscontrole.

Via lekdetectie kan de aanwezigheid van water in de kelder worden vastgesteld.

### *Niveau 3 en 4: interventie*

Maatregelen ter voorkoming van ontwerpongevallen zijn beschreven in paragraaf 6.2.1. Bij geen van deze ontwerpongevallen wordt vrijkomen van significante hoeveelheden radioactieve stoffen voorzien. Mocht een ongeval toch leiden tot het vrijkomen van radioactief materiaal binnen de WSF, dan zorgt het filter in het ventilatiesysteem ervoor dat deze stoffen niet in de omgeving verspreid worden. Eventuele ongevallen tijdens het hanteren van verpakt afval leiden niet tot verhoogde blootstelling van omwonenden.

### *Niveau 5: mitigatie*

Maatregelen op niveau 5 zijn vereist indien tijdens een onvoorziene gebeurtenis 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 door de overheid mitigerende maatregelen worden getroffen.

### 1.3 Inhoud van het veiligheidsrapport

In hoofdstuk 2 ‘Inrichting en installaties’ wordt de beschrijving gegeven van de werkzaamheden in de WSF, evenals de technische beschrijving van de installaties en de veiligheidsvoorzieningen. Een groot deel van de noodzakelijke infrastructuur voor het opslaan en weer verwijderen van radioactief afval is in de WSF zelf aanwezig. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de algemene voorzieningen van NRG. Ook deze voorzieningen zijn beschreven in hoofdstuk 2 ‘Inrichting en installaties’.

Hoofdstuk 3 ‘Bedrijfservaring en rechtvaardiging’ geeft het historisch overzicht wanneer en welke aanpassingen en verbeteringen aan de WSF zijn aangebracht sinds de ingebruikname. Tevens is hier de rechtvaardiging opgenomen.

Hoofdstuk 4 ‘Radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen’ geeft een overzicht van de soorten afval en de opslagmogelijkheden in de WSF en bevat een beschrijving van de soorten en hoeveelheden en de wijze van gebruik van de gehanteerde splijtstoffen. Verder wordt beschreven hoe de beveiliging en administratie van de splijtstoffen is geregeld en op welke manier ze worden afgevoerd.

Hoofdstuk 5 ‘Radioactief afval van de WSF’ beschrijft de soorten, de hoeveelheden, de behandeling en afvoer van radioactief afval dat ontstaat bij de werkzaamheden in de WSF. Dit betreft dus niet de radioactieve stoffen die liggen opgeslagen; deze zijn beschreven in hoofdstuk 4.

In hoofdstuk 6 ‘Veiligheidsevaluatie’ worden de veiligheidsvoorzieningen van de WSF beschreven. Ook wordt nagegaan wat de gevolgen van ongevallen kunnen zijn.

In hoofdstuk 7 ‘Stralingshygiëne’ wordt ingegaan op de stralingsbeschermingsaspecten van de WSF, waarbij als belangrijk richtsnoer het optimalisatie- (ook wel ALARA- ‘As Low As Reasonably Achievable’) 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 Inrichting en installaties

De WSF is een gebouw in de westelijke duinvallei van het NRG-terrein (gebouw 26, zie **Figuur 1**). Het radioactief afval (zie hoofdstuk 4) wordt opgeslagen in de kelders van de WSF. De kelders zijn 2,5 of 5 meter diep. De diepe kelders zijn voorzien van pijpen. Een deel van de pijpen is afgesloten met een stalen of een betonnen plug (de pluggenopslag), de overige pijpen zijn afgedekt met stalen balken (de pijpenopslag). De minder diepe kelders worden trenches genoemd en zijn afgedekt met betonnen platen. De pluggen, stalen balken en betonnen platen vormen de vloer van de WSF. In de volgende paragrafen is een overzicht gegeven van de opslagsystemen, de installaties van de WSF en de algemene NRG-voorzieningen.

### 2.1 Opslagsystemen

De WSF omvat de volgende opslagsystemen (zie **Figuur 2**):

- trenches: noord en zuid,
- pluggenopslag, bestaande uit smalle en brede pijpen,
- pijpenopslag: noord en zuid.

De wanden en vloer van de kelders zijn waterdicht ontworpen. De grondwaterstand ter plaatse van de WSF is zodanig, dat bij verlies van waterdichtheid geen lekkage naar de opslagplaatsen in de kelder kan optreden. De bestrating rondom de WSF is waterdicht, zodat bij zware regenval geen hemelwater de kelders kan binnen dringen. Water dat, ondanks de getroffen voorzorgsmaatregelen, toch de kelders binnendringt, wordt gedetecteerd en gesignaleerd.

#### *Trenches*

De trenches worden gebruikt voor het tijdelijk opslaan van vast middel- en hoogradioactief afval, niet-bestraalde splijtstof en harsvaten. De tijd gedurende welke het afval blijft opgeslagen is afhankelijk van de samenstelling, in het bijzonder van de halveringstijd van de verschillende radioactieve stoffen. Na voldoende verval wordt het afval uit de trenches verwijderd en geschikt gemaakt voor afvoer naar COVRA of een andere erkende verwerkingsfaciliteit zoals bijvoorbeeld in geval harsvaten.

De trenches bestaan uit twee lange smalle kelders (Figuur 2 en Figuur 3). De vloer en de afdekplaten bestaan uit dik beton, zodat in de WSF gewerkt kan worden zonder verdere maatregelen tegen directe straling vanuit de trenches.



Het verwijderen van de bussen of vaten uit de pijpen gebeurt eveneens met de vulwagen, of, indien een bus of vat is beschadigd, door de Waste Retrieval Unit (WRU). De WRU bestaat uit een staalwagen die dan de functie van de huidige vulwagen overneemt. Bovenop de staalwagen bevindt zich een hot cell voorzien van een alfa dichte celbox, interne kraan, manipulatoren, grippers, stofzuiger en verkleiningstools. In de hot cell wordt de inhoud van de vaatjes en het vaatje zelf overgepakt (en indien nodig verkleind) en in Syntacs-bussen verpakt.

De verwijderde bussen of vaten worden met de vulwagen of de WRU in een transportcontainer geplaatst voor verder transport.

Op de wagen zijn rijbegrenzings aangebracht, zodat de wagen niet van de openliggende pijpen gereden kan worden.

## 2.2 Installaties

In de WSF zijn de volgende installaties aanwezig:

- hijsinstallatie,
- ventilatiesysteem,
- stralingsdetectiesysteem,
- detectiesysteem luchtstofbesmetting,
- brandbestrijdingsmiddelen,
- waterdetectiesysteem,
- **installaties voor plaatsen en lichten van afvalverpakkingen,**
- verwarming.

### *Hijsinstallatie*

De hijsinstallatie is van het type bovenloopkraan. De hefkracht bedraagt 100 kN. De hijsinstallatie wordt voor alle voorkomende hijswerkzaamheden gebruikt. De belangrijkste daarvan zijn het verplaatsen van transportcontainers, pluggen van de pluggenopslag en afdekplaten van de trenches. De installatie wordt jaarlijks volgens de wettelijke voorschriften geïnspecteerd.

### *Ventilatie*

Met het ventilatiesysteem wordt de concentratie in de lucht van radioactieve stoffen zo laag mogelijk gehouden. De ventilatie van de WSF creëert in de ruimten onder vloerniveau een onderdruk (zie ook paragraaf 7.1.1). Als de onderdruk te gering is, wordt dit via het gebouwbeheersysteem gemeld en door een alarmsignaal in de hal aangegeven, waarna de beheerder maatregelen neemt. Het ventilatiesysteem is aangesloten op een noodstroomvoorziening.

Een filterunit maakt deel uit van het ventilatiesysteem. Eventuele luchtgedragen radioactieve besmetting wordt door deze unit uit de ventilatielucht gefilterd. Dit lozingspunt wordt bemonsterd voor de meting van  $\alpha$ -,  $\beta$ - en tritiumactiviteit. Hiertoe wordt een deel van de uitgaande luchtstroom door een koolfilterpakket en een condensatieopstelling geleid. De radioactiviteit van de aldus verzamelde monsters wordt periodiek gemeten. Uit deze gegevens volgt de geloosde activiteit.

### *Stralingsdetectiesysteem*

Het stralingsniveau in de WSF wordt continu bewaakt door één of meerdere stralingsmonitoren. Bij overschrijding van het alarmniveau wordt een visueel en akoestisch signaal gegeven. De monitoren zijn aangesloten op een noodstroomvoorziening.

### *Detectiesysteem luchtstofbesmetting*

Om eventuele luchtgedragen radioactiviteit in de WSF te kunnen detecteren, is in de hal een luchtstofmonitor geplaatst, voor  $\alpha$ ,  $\beta$ - en  $\gamma$ -metingen.

### *Brandmelding*

Op vier plaatsen in de WSF bevinden zich brandmelders die zijn aangesloten op de centrale meldpost. De brandmelders zijn tevens aangesloten op een noodstroomvoorziening. In de WSF bevinden zich diverse koolzuursneeuw-brandblussers.

### *Waterdetectie*

In de keldervloeren zijn goten aangebracht, waarin eventueel binnendringend water wordt verzameld. Deze goten komen uit in verzamelputten. Deze putten worden periodiek gecontroleerd op de aanwezigheid van binnendringend water. Er zijn voorzieningen beschikbaar om eventueel verzameld water op te pompen.

### *Installaties voor plaatsen en lichten van afvalverpakkingen*

**Het verwijderen van de bussen of vaten uit de pijpen gebeurt eveneens met een vulwagen, of, indien een bus of vat is beschadigd, door een Waste Retrieval Unit (WRU). Deze WRU bestaat uit een staalwagen die dan de functie van de huidige vulwagen overneemt. Bovenop de staalwagen kunnen zich voorzieningen bevinden zoals een hot cell voorzien van een celbox, interne kraan, manipulatoren, grippers, stofzuiger en verkleiningstools.**

**Aanvullend kunnen er hulpmiddelen of hulpstukken benodigd zijn t.b.v. plaatsen en lichten van verpakkingen.**

### *Meetsysteem ten behoeve van afvalbeheer*

Er is een meetring beschikbaar waarmee het stralingsniveau van een aangevoerde bus met afval wordt gemeten. Dit gebeurt op vier plaatsen langs de omtrek van de bus op een afstand gelijk aan de diameter van een standaard COVRA afvalvat.

Met deze meet- en inspectieopstelling zal van alle vaten de inhoud worden gecategoriseerd en het uiterlijk worden geïnspecteerd.



## 2.3 Algemene voorzieningen

Behalve van de in de WSF aanwezige voorzieningen, wordt gebruik gemaakt van algemene voorzieningen. Voor het gehele overzicht van de algemene voorzieningen wordt verwezen naar Deel 1: Algemeen & Centrale Voorzieningen. Het volgende geeft een overzicht van in de WSF aanwezige specifieke voorzieningen.

### *Gebouwbeheersysteem*

De infrastructurele installaties in alle gebouwen van NRG worden continu bewaakt door middel van een geautomatiseerd beheersysteem. Van de WSF zijn de verwarming, de afzuigventilator, de stroomvoorziening op het beheersysteem aangesloten. Storingen worden automatisch doorgegeven aan een geconsigneerde.

### *Stralingscontrole*

De uitvoering van de radiologische werkzaamheden vindt plaats onder straling hygiënisch toezicht, o.a. door middel van inspecties, meting van stralings- en besmettingsniveaus.

### *Elektriciteitsvoorziening*

Een aantal systemen binnen de WSF, waaronder het ventilatiesysteem, de stralingsmonitoren en de brandmelders, is aangesloten op een noodstroomvoorziening.



## 3 Bedrijfservaring en rechtvaardiging

### 3.1 Historisch overzicht

De WSF, voorheen bekend als Opslagloods, wordt sinds 35 jaar gebruikt voor de opslag van radioactief afval en al dan niet bestraalde splijtstoffen. Deze radioactieve stoffen zijn afkomstig van experimenten en onderzoeken op diverse locaties, zowel van NRG als van daarbuiten. Maar ook een deel van het afval dat in het verleden door de ophaaldienst is verzameld, is nog in de WSF opgeslagen. Het ophalen, verwerken en opslaan van radioactief afval in Nederland was destijds een onderdeel van het takenpakket van ECN. Deze taak werd in 1984 overgenomen door COVRA. In de WSF wordt naast harsvaten uitsluitend afval in vaste vorm opgeslagen. Conform de vergunning van 1995 mag de loods volledig worden benut.

In 1994 is een saneringsoperatie gestart met het doel al het in de loods aanwezige laag- en middelactieve afval af te voeren naar de COVRA. Deze operatie is in 1997 afgerond. De afvoer van hoogactief afval kan **sinds** 2003 plaatsvinden, omdat de HABOG faciliteit bij COVRA beschikbaar is gekomen en **is inmiddels gestart**.

### 3.2 Evaluatie Milieu Effect Rapportage

In 1993 is er ten behoeve van de nieuwe vergunningsaanvraag, welke met de beschikking van 24 april 1995 is verleend, een Milieu-Effect-Rapport opgesteld voor de WSF (Opslagloods). Hierin is nagegaan welke invloed het gebruik van de WSF op het milieu heeft en zal hebben in de toekomst.

De belangrijkste punten uit het Milieu-Effect-Rapport waren:

- De externe stralingsdosis is te verwaarlozen
- Er vindt een geringe lozing plaats van tritium in de lucht. Deze lozing zal licht toenemen, maar de actuele dosis voor personen net buiten het bedrijfsterrein blijft kleiner dan het secundair niveau.
- Het beleid is dat alle radioactieve afvalstoffen vanuit de WSF zo spoedig mogelijk naar de COVRA zullen worden afgevoerd zodra dit mogelijk is.

Het in 1999 verschenen evaluatierapport laat zien dat de externe stralingsdosis is afgenomen. Deze afname is hoofdzakelijk het gevolg van de buitengebruikstelling van de afvalpers en van het anders

opslaan van besmette componenten bij de aangrenzende faciliteit DWT. De lozing van tritium in lucht is meer toegenomen dan verwacht, maar de dosis blijft onder het secundair niveau.

### 3.3 Bedrijfservaring

Sinds 1994 zijn vrijwel alle vaten met een dosistempo aan het oppervlak van 20 mSv/h en kleiner afgevoerd naar de COVRA. Er resteren alleen nog vaten die een nadere behandeling nodig hebben alvorens afgevoerd te kunnen worden, en vaten waarvan het dosistempo zo hoog is dat deze alleen in het Hoog Actief Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG) van COVRA opgeslagen kunnen worden. Uiteindelijk zullen alle hoog **radioactieve** vaten naar COVRA worden overgebracht. Er resteren dan alleen nog vaten die in afwachting van verval een beperkte periode in opslag blijven. De verwachting is dat na afvoer van de hoogactieve vaten het aantal opgeslagen vaten dan kleiner zal zijn dan 200.

De sanering van de vaten met radioactief afval die in de jaren 1994 tot 1999 heeft plaats gevonden, heeft geresulteerd in een afname van 40 % tot  $\pm 1700$  opgeslagen vaten. Maar ook is er in deze periode veel bekend geworden over de inhoud en integriteit van de opslagvaten. Voor de saneringsoperatie is een speciale opstelling ontwikkeld, waarin tegelijk het stralingsniveau en de actuele radionuclide-inhoud gemeten kan worden. Bovendien heeft de opstelling de mogelijkheid om de vaten visueel te inspecteren. Diverse vaten, waarvan de integriteit voor een langere periode niet was te waarborgen, zijn overgepakt en ofwel afgevoerd naar de COVRA of, wanneer dit niet mogelijk was, opnieuw in opslag genomen. Om de afvoer en definitieve opslag van **ILW-L/ILW-H**<sup>1</sup> vaten efficiënter te kunnen verzorgen, werd een onderzoeksprogramma opgezet waarin de mogelijkheden voor volumereductie en verwerkingsroutes zijn bestudeerd.

### 3.4 Toekomstig onderzoek

Om de verwerking en afvoer van **ILW-L/ILW-H** vaten met alfa- en splijstofhoudend afval te kunnen uitvoeren, is een onderzoeksprogramma gestart.

---

<sup>1</sup> Voor de grenzen tussen laag-, middel- en hoogradioactief afval worden de grenzen gehanteerd, die COVRA gebruikt voor de ontvangst van radioactief afval.  
23155/14.125501, 10 maart 2014

### 3.5 Rechtvaardiging

Bij onderzoek naar kerntechnische materialen en bij de productie van radionucliden in een reactor komt afval vrij. Een deel hiervan is hoogradioactief. De Waste Storage Facility is bedoeld voor het veilig en milieuhygiënisch verantwoord opslaan van deze hoogradioactieve vaste afvalstoffen. De maatschappelijke functie die de WSF vervult, is opgenomen onder 1.D.4 van de Regeling bekendmaking rechtvaardig gebruik ioniserende straling.

Sinds 2003 kan het hoogactief afval in de HABOG van de COVRA worden opgeslagen. Als het zgn. historisch afval is afgevoerd naar HABOG, is de verwachting dat de WSF alleen nog maar gebruikt zal worden voor interim opslag, in afwachting van definitieve afvoer naar de COVRA of een andere, toegestane afvalverwerkingsroute.



## 4 Radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen

### 4.1 Aard van de radioactieve stoffen, splijtstoffen en type toestellen

De aanwezige splijtstoffen, zoals uranium in diverse verrijkingsgraden en plutonium, zijn opgeslagen in de pluggenopslag en in de trenches. Deze splijtstoffen zijn hoofdzakelijk aanwezig in de vorm van stabiele verbindingen (oxiden) **of gevangen in de zgn. uraanhoudende filters** of als metaal. Daarnaast kunnen in de pijpenopslag Noord en Zuid in het daar opgeslagen historisch afval geringe hoeveelheden splijtstoffen voorkomen.

Deze stoffen worden op een door de overheid aangegeven wijze beveiligd. Voorts staan deze stoffen onder internationale controle van Euratom en IAEA. Voor splijtstoffen wordt een splijtstofadministratie bijgehouden, waarin onder meer de volgende gegevens zijn vastgelegd:

- de soort splijtstof,
- de plaats waar het materiaal ligt opgeslagen,
- de verrijkingsgraad,
- de herkomst van het materiaal.

#### **Andere radioactieve stoffen**

Het afval in de pluggen- en pijpenopslag is voornamelijk afkomstig van de hot cells van de HFR en de HCL. Het afval bestaat uit gebruikt gereedschap, resten van experimenten en dergelijke. De nucliden hierin zijn voornamelijk activeringsproducten, zoals  $^3\text{H}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$  en  $^{192}\text{Ir}$  en splijttingsproducten, zoals  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  en  $^{144}\text{Ce}$ . Ook in de toekomst zal de inventaris voornamelijk uit deze radionucliden bestaan.

De opgeslagen radioactieve stoffen die destijds door de RCN/ECN ophaaldienst zijn verzameld, bevatten vooral de nucliden  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  en  $^{228}\text{Ra}$ . Het radiumhoudend afval is inmiddels afgevoerd.

In de trenches liggen de grotere radioactieve voorwerpen, zoals metalen onderdelen, afschermpluggen, loodschilden, ringen, splijtstofhouders en dergelijke. Een deel hiervan is afkomstig van het eerste reactorvat van de Hoge Flux Reactor, dat in 1983/1984 is vervangen. Daarnaast worden radioactieve reststoffen in de vorm van hars afkomstig uit de HFR tijdelijk opgeslagen ten behoeve van verdere verwerking door geautoriseerde verwerkers. Het gaat hierbij om een waterige suspensie met een spectrum van radionucliden waaronder  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{109}\text{Cd}$  en  $^{115\text{m}}\text{Cd}$ .

## 4.2 Hoeveelheid radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen

Er zijn twee manieren van opslag:

- in gestandaardiseerde opslagbussen in de pluggenopslag en de pijpenopslag,
- in rekken, **kluisen** of los **geplaatst** in de trenches.

De vorm en afmetingen van het afval zijn zeer uiteenlopend. De grotere voorwerpen liggen opgeslagen in de trenches. Kleiner afval met een hogere radioactiviteit wordt opgeslagen in de pluggen- en pijpenopslag. Bestraalde splijtstoffen mogen en kunnen alleen in de daartoe aangewezen pijpen in de pluggenopslag worden opgeslagen. Onbestraalde splijtstoffen mogen in **speciaal daarvoor geschikte voorzieningen** in de trenches worden opgeslagen.

Binnen de WSF vindt in principe geen behandeling van het afval plaats. Het afval wordt, afgezien van de afschermdende transportcontainer, opgeslagen in dezelfde verpakking als waarin het is aangevoerd.

Voordat een bus wordt afgevoerd naar COVRA, wordt deze eerst gemeten en daarna, indien het stralingsniveau dit toelaat, geschikt gemaakt voor transport. In geval van een beschadigde bus zal hiertoe verpakking in een nieuwe bus of vat plaatsvinden in de Waste Retrieval Unit.

De totale capaciteit van de WSF is gegeven in Tabel 4.1. Op de peildatum 1 maart 2013, **steeds geldend in 2020**, was ruim minder dan de helft van de opslagcapaciteit benut.

Tabel 4.1 De opslagcapaciteit van de WSF

onderdeel	aantal	diameter (m)	lengte (m)	opslagvolume (m <sup>3</sup> )
trenches	2			170
pluggenopslag	99	0,30	3,85	26
pluggenopslag klein	27	0,23	3,85	4
pijpenopslag zuid	301	0,30	4,32	92
pijpenopslag noord	387	0,30	4,32	118

Er bevinden zich geen toestellen in de WSF.

### 4.3 Registratie, inspectie en administratie

De in de WSF aanwezige splijtstoffen worden conform nationale en internationale richtlijnen geregistreerd. De registratie en administratie wordt bijgehouden middels speciale computerprogramma's, die alle relevante informatie kunnen leveren.

Inspectie vindt plaats middels audits, zowel intern als extern. Inspectie van opgeslagen splijtstof wordt uitgevoerd door de IAEA en Euratom.

### 4.4 Gebruik van radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen

Niet van toepassing voor de WSF.

### 4.5 Afvoer radioactieve stoffen en splijtstoffen

Afvoer van hoog-, middel- en laagactief radioactief en splijtstofhoudend afval vindt plaats naar de COVRA of een andere, toegestane afvalverwerkingsroute.





## 5 Radioactief afval van de WSF

Bij het werken met radioactieve stoffen ontstaat altijd enig radioactief afval. Dat geldt ook voor de WSF. Dit - secundaire - radioactief afval moet men niet verwarren met het afval dat in de WSF is opgeslagen. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de aard en de hoeveelheid van dit secundaire afval. Van het gasvormige secundaire afval dat via het ventilatiesysteem wordt geloosd, worden in paragraaf 5.4 de dosisconsequenties voor de omgeving gegeven.

### 5.1 Vast, vloeibaar en gasvormig afval

Bij het bedrijven van de WSF ontstaan geringe hoeveelheden radioactief afval. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vast, vloeibaar en gasvormig afval.

#### *Vast afval*

Het vaste afval dat ontstaat bestaat uit poetslappen, handschoenen, papiertjes van veegproeven en dergelijke. De ontstane hoeveelheden zijn zo gering, dat hiermee jaarlijks nauwelijks één standaard afvalvat kan worden gevuld.

Normaliter worden de filters (een voorfilter, een absoluutfilter en een koolfilter) eens per **drie jaar (voor- en absoluut filters) en eens per vijf jaar (koolfilters)** uit het ventilatiesysteem vervangen en als radioactief afval afgevoerd. De besmetting is bij normaal bedrijf dermate gering dat dit in een standaard afvalvat kan gebeuren. De activiteit van dit afval is doorgaans minder dan 1 MBq per vat.

#### *Vloeibaar afval*

Ten gevolge van schoonmaakwerkzaamheden in de WSF ontstaat ongeveer 250 liter mogelijk licht besmet water per jaar, dat via de daartoe aangewezen NRG-dienst wordt afgevoerd.

#### *Gasvormig en luchtgedragen afval*

Binnen de WSF **komt** bij normaal bedrijf geen andere gas- of aërosolvormige afvalstoffen **vrij** dan  $^3\text{H}$  (tritium) dat door diffusie uit het opgeslagen afval ontsnapt.

## 5.2 Metingen aan radioactieve afvalstromen

Naast de gebruikelijke veegproeven en metingen van het oppervlakedosistempo van de diverse afvalcontainers, wordt ter detectie van eventuele luchtstofbesmetting een luchtstofmonitor gebruikt.

In het ventilatiesysteem is een koolfilterpakket en een condensatieopstelling opgenomen, waarmee de hoeveelheid radioactieve stoffen die het gebouw via de ventilatie verlaat, wordt bepaald (zie ook hoofdstuk 2).

## 5.3 Afvoer van het radioactief afval

Het radioactief afval dat binnen de WSF ontstaat, wordt ter verwerking afgevoerd via de gangbare afvoerroutes binnen NRG.

## 5.4 Gevolgen van lozingen vanuit de WSF

In Veiligheidsrapport deel 1 is een overzicht gegeven van de lozingslimieten met bijbehorende dosisconsequenties. Voor WSF is een luchtlozing van  $20 Re_{inh}$  vergund. Een voor de WSF karakteristieke lozing komt overeen met ca.  $2 Re_{inh}$  per jaar met een bijbehorende effectieve volg dosis  $0,05 \mu Sv$  per jaar, waarbij tritium het dominante radionuclide is.

## 6 Veiligheidsevaluatie

### 6.1 Veiligheidsmaatregelen in de WSF

Maatregelen ter verhoging van de veiligheid, zowel voor de medewerkers als voor de bevolking in de omgeving, worden onderscheiden in materiële en organisatorische maatregelen. Beide typen maatregelen kunnen elk weer worden onderverdeeld naar hun doel:

- adequate afscherming en opsluiting van radioactief materiaal,
- vermijden van criticiteit,
- andere, meer algemene doelen.

#### 6.1.1 Materiële maatregelen

*Adequate afscherming en opsluiting van radioactieve bronnen*

- Het hoogactief afval dat in de WSF wordt opgeslagen, wordt aan en afgevoerd in speciale afschermdende transportcontainers.
- Het hoogactief afval wordt vanuit de transportcontainer direct in de pluggenopslag of de pijpenopslag gebracht. Het laagactieve afval, dat zonder transportcontainer wordt vervoerd, wordt in de trenches opgeslagen. Deze betonnen constructies met stalen en betonnen afdekplaten bieden een voldoende afscherming.
- De opslag in de kelder wordt vochtvrij gehouden. Water dat eventueel de kelder binnendringt wordt via afvoergoten en een verzamelputje opgevangen, gedetecteerd en hierna weggepompt. Dit voorkomt corrosie die de integriteit van de opsluiting van het afval aantast.
- In de ruimten onder het vloerniveau wordt een onderdruk gehandhaafd ten opzichte van de buitenatmosfeer.
- Dit drukverschil wordt gehandhaafd door het ventilatiesysteem. Eventuele activiteit in de ventilatielucht wordt door middel van een filterpakket zoveel mogelijk verwijderd. Het ventilatiesysteem is aangesloten op een noodstroomvoorziening.

*Vermijden van criticiteit*

- De afvalbussen voor splijfstofhoudend materiaal zijn zo ontworpen dat criticiteit van een enkele bus en van een enkele zuil bussen niet kan optreden. Er zijn echter stapelingen denkbaar die onder bepaalde omstandigheden wel de kritieke toestand kunnen bereiken. Dit kan met materiële en organisatorische maatregelen worden voorkomen.

- Splijtstof mag alleen opgeslagen worden in de plugopslag. Van de 99 posities mogen er slechts 33 voor splijtstofopslag gebruikt worden. Dit is door aanvullende maatregelen verzekerd. In deze configuratie kan geen kriticiiteit optreden, ook niet onder de meest ongunstige omstandigheden voor wat betreft de aanwezigheid van water. Gedetailleerde kriticiiteitsberekeningen hebben dit gestaafd. Hierbij is ervan uitgegaan dat het splijtbaar afval bestaat uit een mengsel van metallisch uraan en water, met 6 verschillende verrijkingsgraden en als medium droge lucht of water.

#### *Algemeen*

- Er is een noodstroomvoorziening die in geval van het uitvallen van de elektriciteitsvoorziening stroom levert aan het ventilatiesysteem.
- Er is apparatuur in vaste opstelling aanwezig voor het detecteren en alarmeren in de volgende situaties:
  - excessieve plaatselijke stralingsniveaus,
  - optreden van luchtbesmetting,
  - optreden van brand.
- Aanvullende stralings- en besmettingsmeetapparatuur is beschikbaar bij andere onderdelen van NRG.

### **6.1.2 Organisatorische maatregelen**

#### *Adequate afscherming en opsluiting van radioactieve stoffen en splijtstoffen*

- Alvorens verpakkingen met radioactieve stoffen en/of splijtstoffen binnen de WSF worden gebracht of de WSF weer verlaten, worden dosistempometingen verricht en het oppervlak gecontroleerd op besmetting. Het dosistempo aan het oppervlak van de afschermende transportcontainer mag in principe het niveau van 2 mSv/h niet overschrijden (In incidentele gevallen kan hiervan, na toestemming van de algemeen stralings-deskundige, worden afgeweken.).

#### *Vermijden van kriticiiteit*

- Voor alle splijtstof vindt registratie plaats van soort, hoeveelheid, verrijkingsgraad, opbrand en van de plaats van opslag in de WSF.
- Bestraald splijtstofhoudend materiaal wordt alleen in de plugopslag opgeslagen.
- Onbestraalde splijtstof mag ook in een trench worden opgeslagen. De totale massa splijtstof in de trenches is beperkt tot de veilige waarden volgens de voorschriften van het splijtstofzoneringsysteem van het HCL.

- In de pijpenopslag wordt geen splijstofhoudend materiaal opgeslagen, maar er kunnen in de pijpenopslag Noord en Zuid in het daar reeds opgeslagen historisch afval geringe hoeveelheden splijstoffen voorkomen.

#### *Algemeen*

- Er is toegangscontrole. Alleen daartoe bevoegde en daartoe aangewezen personen kunnen de WSF betreden. Daarnaast voldoet de WSF aan de geldende voorschriften aangaande beveiliging.
- Alle handelingen met radioactief afval worden verricht door bevoegde en daartoe aangewezen personen.
- De handelingen vinden onder stralingshygiënisch toezicht plaats.
- Verantwoordelijkheden ten aanzien van de veiligheid en het optreden in normale en nood-situaties, zijn vastgelegd in het Algemeen Voorschrift met betrekking tot veiligheid, gezondheid, welzijn en milieu en de 'Interne Noodgevallen Organisatie'.
- Naast de hierboven genoemde organisatorische maatregelen, bevorderen alle onder het Management Systeem vallende regelingen een veilig bedrijf van de WSF.

### **6.1.3 Brandpreventie, -detectie en -bestrijding**

Brandpreventie, -detectie en -bestrijding in de werkruimten zijn essentiële aandachtspunten, daar brand kan leiden tot een verlies van opsluiting van radioactieve stoffen en verspreiding van radioactiviteit

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 c.q. automatisch inkomende blussystemen tot de inzet van het **Quick Response Team (QRT)**.

#### *Brandpreventie en -detectie*

- In de constructie van het gebouw is zoveel mogelijk gebruikgemaakt van brandwerende materialen.
- Er zijn brandmelders in de WSF geplaatst met signalering in de Centrale Meldpost van het **QRT**.

#### *Brandbestrijding*

- Er staan droge brandbestrijdingsmiddelen opgesteld op diverse plaatsen in het gebouw.
- Bij brandmelding via de 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.

#### 6.1.4 Ongevalbestrijding en noodplannen

##### *Verantwoordelijkheden*

De verantwoordelijkheden voor het opzetten van noodplannen en de verantwoordelijkheden en bevoegdheden bij de ongevalbestrijding, zijn vastgelegd in het Management Systeem. De verdere detaillering van de **bedrijfsnoodorganisatie (BNO)** is eveneens uitgewerkt het Management Systeem.

##### *Voorschriften*

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

##### *Plaatselijke uitvoeringsregelingen*

Gebaseerd op het **bedrijfsnoodplan (BNP)** is voor de WSF een document opgesteld, waarin de locatiespecifieke verantwoordelijkheden, de bevoegdheden en de te nemen acties in geval van alarm en ongeval zijn vastgelegd.

Het optreden van het **QRT** binnen de WSF bij brand is aan regels gebonden betreffende de te gebruiken brandbestrijdingsmiddelen.

##### *Melding en alarmering*

De melding van een (bijna)-ongeval en een noodsituatie, de eventuele opschaling van het alarmniveau en de activering van de **bedrijfsnoodorganisatie (BNO)** en bijbehorende meldings- en rapportagelijnen, zijn in een algemene procedure vastgelegd en verankerd in het managementsysteem.

## 6.2 Ongevalsituaties en gevolgenanalyse

Onderstaand wordt een overzicht gegeven van ongevalsituaties die zich in de WSF zouden kunnen voordoen ten gevolge van storingen of onzorgvuldig handelen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen ontwerpongevallen en buitenontwerpongevallen. Ontwerpongevallen zijn ongevallen waarmee in het ontwerp van de WSF rekening is gehouden. Buitenontwerpongevallen zijn gebeurtenissen waarmee geen rekening is gehouden tijdens het ontwerpen van de WSF.

De opzet en het wettelijke kader van de ongevalanalyses is in Veiligheidsrapport deel 1 nader beschreven. Bij het ernstigste buitenontwerpongeval is, aan de hand van het maximale risico dat is berekend voor de dichtstbijzijnde bewoonde locatie, het treffen van beschermende maatregelen geëvalueerd.

### 6.2.1 Ontwerpongevallen

In het ontwerp van de WSF zijn voorzieningen getroffen om de volgende ongevallen te voorkomen of de gevolgen ervan te beperken.

- Stralingsongevallen door onjuist handelen

De gevolgen beperken zich tot de direct bij de handelingen betrokken personen.

- Vrijkomen van (een gedeelte van) de inhoud van een afvalbus

Het meest waarschijnlijk is dat dit gebeurt tijdens het plaatsen of verwijderen van een bus. De bus bevindt zich dan onder dan wel in de vulwagen of de Waste Retrieval Unit, zodat slechts een geringe verspreiding van radioactiviteit in de hal zal kunnen plaatsvinden. In alle gevallen zal eventuele luchtbesmetting door filters in het ventilatiesysteem worden opgevangen.

- Ongevallen tijdens takelwerkzaamheden

Als er een geladen transportcontainer tijdens takelwerkzaamheden wordt beschadigd, zullen de gevolgen vergelijkbaar zijn met die van het vorige ongeval. Er zijn geen gevolgen voor de omgeving.

- Kriticiteit in de opslag

Als een deel van het opgeslagen splijtstofhoudend materiaal toch de kritieke toestand bereikt, wordt in de splijtstof warmte ontwikkeld. Het ontwikkelde vermogen is echter onvoldoende om de afschermdelen te beschadigen. Wel zouden ondergronds radioactieve stoffen kunnen vrijkomen, die dan in de filters van het ventilatiesysteem worden opgevangen. De bij een dergelijk ongeval vrijkomende (neutronen)straling is intens. Gevolgen voor de medewerkers kunnen ernstig

zijn; voor de omgeving zijn de gevolgen beperkt vanwege afstand tot de terreingrens en de afscherming in de WSF.

- Brand en explosie

In de WSF bevinden zich geen brandbare of explosieve stoffen in hoeveelheden die zouden kunnen leiden tot een brand of explosie van zo'n omvang dat de vloer van de WSF beschadigd kan raken en zijn afschermende en hittewerende werking zou verliezen. Behoudens de korte tijd dat een plug geopend is om de W-container daarop te plaatsen, is er te allen tijde containment, waardoor het vrijkomen van radioactieve stoffen bij brand of explosie dan ook niet is te verwachten.

- Aardbeving

Ten aanzien van gebeurtenissen met extern geweld, zoals aardbevingen, dient de integriteit van de pluggen en trenches gehandhaafd te blijven.

De mogelijke uitwerking van een ontwerpaardbeving met maximale intensiteit is nader beschouwd overeenkomstig de IAEA-criteria voor gesimplificeerde evaluatie van het aardbevingsrisico van de WSF. Hierbij is gebleken dat voor het behoud van de integriteit van de pluggen en trenches niet behoeft te worden gevreesd.

- Veiligheidssystemen

Falen van veiligheidssystemen heeft geen directe gevolgen voor de omgeving.

## 6.2.2 Buitenontwerpongevallen

Buitenontwerpongevallen zijn ongevallen waarmee in het ontwerp van de WSF niet expliciet rekening is gehouden. De volgende buitenontwerpongevallen zijn beschouwd:

- Overstroming

De begane grond van de WSF ligt bijna 8 meter boven NAP. De kans dat een overstroming de kelders onder water zet is zeer gering. Als het toch zou gebeuren raakt in- en uitstromend zeewater licht besmet. Aangetoond is dat onder het opslagregime van splijtstoffen in de WSF een criticiteitsongeval zich hierbij niet kan voordoen.

Overstroming door hevige regenval of door de inzet van bluswater wordt door passende maatregelen voorkomen.

- Neerstortend vliegtuig



Bij het neerstorten van een vliegtuig op de WSF zal deze boven de vloer volledig worden vernield. Bij een vlakke aanvliegkoers zal de opslag in de kelders voldoende zijn beschermd door de dikke afdekplaten en pluggen. Bij een meer verticale inslag kan een turbinerotor over voldoende kinetische energie beschikken om een betonnen afdekplaat van de trenches te vernielen. Door brand van de vrijkomende kerosine die in de trenches loopt, kunnen vervolgens radioactieve stoffen in de atmosfeer worden gebracht.

Minder waarschijnlijk is dat een turbinerotor een stalen balk van de pijpenopslag of een afdichtplug van de pluggenopslag zal vernielen. Als dat toch zou gebeuren, is het de vraag of de rotor vervolgens nog voldoende energie over heeft om de stalen afvalcontainers te vernielen. Als afdekbalken en pluggen toch beschadigd raken en indien een of meer van de opgeslagen bussen worden beschadigd, dan zal een kerosinebrand een deel van de inhoud in de atmosfeer kunnen brengen. In paragraaf 6.2.3 zijn de gevolgen van een dergelijk ongeval gepresenteerd.

- Brand bij een onafgedekte opslagplug

Voor de pluggenopslag is er een korte periode tussen het moment van het verwijderen van de plug uit de opslagpijp en het plaatsen van de W-container over de geopende opslagpijp waarin de WSF-vaten in de geopende opslagpijp niet afgedekt zijn. Bij intensieve afvoercampagnes van radioactief afval uit de WSF kan dit relevant zijn voor de ongevalsanalyses als er op zo'n moment brand ontstaat. Op basis van de totale tijd per jaar dat een plug niet afgesloten is, de kans op brand en de emissiefractie kan worden aangetoond dat het buitenontwerpongeval 'neerstortend vliegtuig' afdekkend is voor dit ongevalscenario.

Andere denkbare buitenontwerpongevallen hebben geen significante gevolgen .

### 6.2.3 Gevolgen van een vliegtuigcrash

De kans dat een militair jachtvliegtuig de WSF treft, moet geschat worden op  $2 \times 10^{-8}$ /jaar. Deze kans is de voor Nederland gemiddelde kans per oppervlak ter grootte van de WSF. Het neerstorten van een jachtvliegtuig is maatgevend ten opzichte van het neerstorten van een groot verkeersvliegtuig.

Aangenomen wordt dat het vliegtuigongeval leidt tot een lozing van radioactieve stoffen. De gevolgen voor de omgeving van deze lozing zijn uitgerekend, waarbij de bronterm is gebaseerd op de hoeveelheid radioactiviteit die in april 1993 aanwezig was in de WSF. Deze hoeveelheid wordt als representatief beschouwd voor de gemiddelde hoeveelheid radioactieve stoffen die in de WSF zal zijn opgeslagen.



### *Het berekeningsmodel*

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het computermodel NUDOS. Dit model is, tezamen 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 ten gevolge van ingestie zijn berekend onder de aanname dat personen uitsluitend voedsel gebruiken uit het besmette gebied. Dit is een conservatieve benadering in vergelijking met de huidige rekenregels met betrekking tot ingestie.

### *Bronterm*

De berekening van de gevolgen is gebaseerd op de representatieve inhoud van de WSF zoals hierboven omschreven. Aangenomen is dat 25% van het afval aan het vuur blootstaat bij een grote brand en 5% bij een kleine brand. Omdat het afval bestaat uit verschillende soorten vaste stof (poeders, metalen, zouten) zullen hiervan verschillende fracties door een brand in de atmosfeer worden gebracht.

### *De berekeningsresultaten*

Voor twee scenario's zijn berekeningen uitgevoerd, namelijk voor een grote en voor een kleine brand. Het hier beschouwde gevolg (het multifunctionele individueel risico) van het vliegtuigongeval met een grote brand is algemeen gesproken minder ernstig dan het gevolg van het ongeval met een kleine brand. Bij een grote brand worden de radioactieve stoffen hoger in de atmosfeer gebracht, waardoor deze over een groter oppervlak verspreid worden.

Bij de berekening van de risico's is een risicofactor van 5 % per Sv gehanteerd voor sterfte in de 50 jaar die volgen op het ongeval.

In Tabel 6.1 zijn de maximale waarden van het multifunctionele individuele risico gegeven van de twee beschouwde ongevalsscenario's. In deze risico's zijn alle doses bij voortdurend verblijf verwerkt. De maximaal ontvangen doses bij beide scenario's wordt gedomineerd door de ingestiedosis, welke door het treffen van maatregelen geheel te vermijden is; zie Tabel 6.1.

De locatie waar de maximale risico's gevonden worden, is niet bewoond. Het risico in het gebied met permanente bewoning is voor een kleine brand ten minste een factor 250 kleiner en voor een grote brand ten minste een factor 5 kleiner dan de maximale risico's.

Tabel 6.1 **Maximaal Individueel Risico (MIR)** voor volwassenen bij een vliegtuiginslag gevolgd door brand

Scenario	Plaats van het maximum	Maximum (1/jaar)	Bijdrage ingestie
Kleine brand	45 m ten noorden	$< 1 \cdot 10^{-9}$	70 %
Grote brand	45 m ten noorden	$< 5 \cdot 10^{-12}$	48 %

\*) De waarden van het maximum individueel risico voor kinderen wordt conservatief geschat op een factor 12 groter dan het maximum individueel risico voor volwassenen.

Een individueel risico kleiner dan  $10^{-8}$  per jaar wordt in Nederland als verwaarloosbaar klein beschouwd. De uitkomsten van de berekeningen zijn enkele orden van grootte kleiner.



## 7 Stralingshygiëne

Voor toelichting over 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 van het Veiligheidsrapport Kernenergievergunning NRG-Petten.

### 7.1 Stralingshygiënische voorzieningen

De stralingsbronnen in de WSF bestaan uit het opgeslagen afval. Voor zover het de pluggen- en de pijpenopslag betreft zijn dat gesloten bronnen; de trenches bevatten wel open bronnen. In de volgende paragrafen is een overzicht gegeven van de stralingshygiënische maatregelen en voorzieningen in het ontwerp en de bedrijfsvoering van de WSF waarmee het ALARA-principe wordt gerealiseerd.

#### 7.1.1 Ontwerpvoorzieningen

Door het ontwerp van de WSF en de bijbehorende voorzieningen treden slechts lage stralingsniveaus op, zodat een continu verblijf mogelijk is zonder verdere beschermingsmaatregelen.

##### *Afscherming*

De afscherming voor straling in de WSF wordt gerealiseerd met:

- betonnen platen waarmee de trenches worden afgedekt,
- stalen balken waarmee de pijpenopslag wordt afgedekt,
- stalen of betonnen pluggen waarmee de buizen in de pluggenopslag worden afgesloten,
- betonnen wanden van de trenches, de pluggenopslag en de pijpenopslag.
- voor een referentiepersoon buiten de WSF is de blootstelling kleiner is dan 1 mSv per jaar.

Het hoogactief materiaal, dat in de pijpen wordt opgeslagen, wordt aangevoerd in afschermdende transportcontainers die zo gedimensioneerd zijn dat het oppervlaktedosis tempo niet groter is dan 2 mSv/h. (In incidentele gevallen kan hiervan, na toestemming van de algemeen stralings-deskundige, worden afgeweken.)



### *Ventilatie*

De ventilatie is een middel om de accumulatie van luchtgedragen radioactieve stof in het gebouw te verminderen. De afzuiging vindt plaats in de kelders. Hierdoor ontstaat een onderdruk in deze kelders, en wordt tegengegaan dat radioactieve stof uit de kelders in de hal terechtkomt.

In het ventilatiesysteem is een systeem ingebouwd bestaand uit een kool-/absoluutfilterpakket en een condensatieopstelling waarmee de hoeveelheid radioactieve stoffen die het gebouw via de ventilatie verlaat gecontroleerd kan worden.

### *Meetapparatuur*

**Ten behoeve van de werkzaamheden binnen de WSF, is een hand/voetmonitor beschikbaar.**

Ter detectie van een eventuele luchtbesmetting in de WSF is een luchtstofmonitor in gebruik (zie ook paragraaf 2.2).

Er zijn ruimtemonitors aanwezig die bij overschrijding van de ingestelde grenswaarde een alarm in werking stelt (zie ook paragraaf 2.2).

Uiteraard zijn ook draagbare stralings- en besmettingsmeters in de WSF beschikbaar.

## **7.1.2 Bedrijfsvoering**

### *Persoonlijke beschermingsmiddelen*

In de WSF worden de volgende persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt:

- Beschermende kleding,
- Overschoenen (sloffen) en handschoenen.

In geval van ernstige (stof)besmetting van lucht of vloeren wordt in overleg met een stralingsdeskundige de handelwijze bepaald. Een dergelijk voorval heeft zich tot nu toe niet voorgedaan.

### *Toegangscontrole*

Het NRG-Management Systeem voorziet in een schriftelijk vastgelegde procedure waarin de toegang tot de WSF en de controle daarop is geregeld. Dit betreft onder andere voorschriften over de begeleiding, kleding en het dragen van persoonlijke dosimeters.

### *Registratie van de persoonsdoses*

De persoonsdosis wordt regulier bepaald met behulp van de ambtelijke persoonsdosimeters. De gemeten dosiswaarden van de medewerkers worden geregistreerd en bewaard en zijn opvraagbaar door de betrokken personen. Bij onverwachte (hoge) blootstelling wordt een onderzoek ingesteld en indien nodig maatregelen getroffen.

Daarnaast kunnen elektronische dosimeters worden verstrekt.

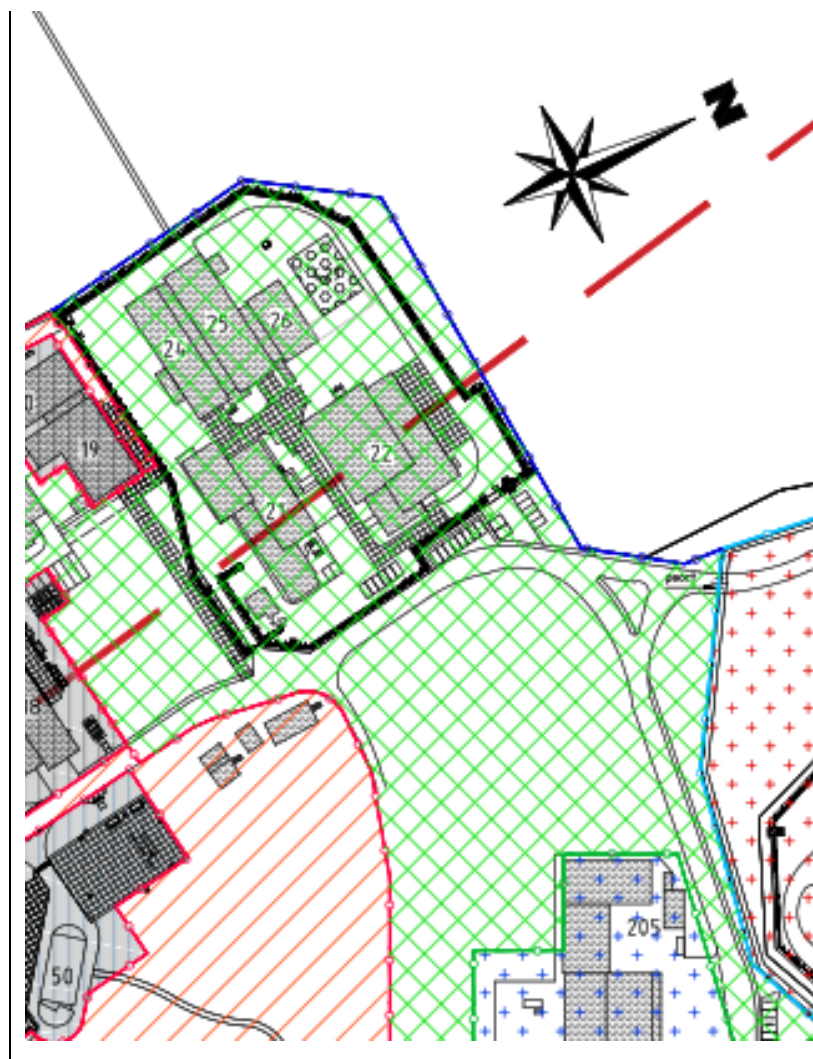
### *Opleiding en instructie*

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. Centraal wordt geregistreerd wie welke opleiding heeft gevolgd.





## Figuren



Figuur 1      Terreinsituering met WSF gebouw 26

**Figuur 2      Plattegrond WSF gebouw 26**

gebouw 25

Figuur 3 Plattegrond en doorsneden WSF gebouw 26