

Veiligheidsrapport

Kernenergiewetvergunning

NRG-Petten

*Deel 4c Hot Cell Laboratories -
HAVA-VU*

M.E. Huntelaar

R.M. de Vos

Petten

31 augustus 2007

21872/07.81267

Company profile

NRG is the Dutch expertise centre for nuclear technology, an independent market-oriented organisation servicing both nuclear and non-nuclear customers worldwide. NRG develops knowledge, products and processes for safe applications of nuclear technology on behalf of energy, environment and health. Over 300 highly educated and professional employees are ready to meet your demands.

NRG Petten

Westerduinweg 3
P.O. Box 25
1755 ZG Petten
The Netherlands

phone

+31 224 56 40 80

fax

+31 224 56 89 12

e-mail

info@nrg-nl.com

NRG Arnhem

Utrechtseweg 310
P.O. Box 9034
6800 ES Arnhem
The Netherlands

phone

+31 26 356 85 85

fax

+31 26 351 80 92

internet

www.nrg-nl.com

Veiligheidsrapport
Kernenergiewetvergunning
NRG-Petten

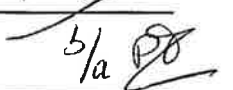
Deel 4c Hot Cell Laboratories –
HAVA-VU

M.E. Huntelaar
R.M. de Vos

Petten, 31 augustus 2007

21872/07.81267

In opdracht van Directie NRG

auteur :	M.E. Huntelaar	gecontroleerd:	L.P. Roobol	beoordeeld:	J.P. Boogaard	
					F.S. Draaisma	
58 blz	IS/MH/NO			goedgekeurd :	E.J. de Widt	 5/a
vr 4c 31-08-07.doc						28-8-'07

© NRG 2007

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt en is NRG niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.

Voorwoord

Op 2 augustus 2001 is aan NRG-Petten een Kernenergiewetvergunning verleend met kenmerk DGM/SAS/2001049111. Een uitbreiding van deze vergunning is ingediend voor de HoogActief Vast Afval - VerpakkingsUnit (HAVA-VU). De aanvraag heeft betrekking op de handelingen die binnen de HAVA-VU worden verricht en de toestellen die daarin worden gebruikt en waarvoor een vergunning als gevolg van de Kernenergiewet is vereist.

Dit rapport maakt als deel 4c deel uit van het "Veiligheidsrapport Kernenergiewet-vergunning NRG-Petten" van de vergunningsaanvraag. De *Molybdenum Production Facility* is, als onderdeel van de *Hot Cell Laboratories*, beschreven in deel 4b van deze serie en het *Research Laboratory*, als onderdeel van de *Hot Cell Laboratories*, is beschreven in deel 4a van deze serie.

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	5
1 Inleiding	7
1.1 Doel en structuur van het Veiligheidsrapport	7
1.2 Voorkomen en beheersen van ongevallen	9
1.3 Inhoud van het Veiligheidsrapport HAVA-VU	10
2 Inrichting en installaties	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Uitgangspunten van de HAVA-VU	12
2.3 Inrichting	13
2.3.1 Indeling van het gebouw	13
2.3.2 De betoncellen	14
2.3.3 De cementcerruimte	15
2.3.4 De transportcontainers	15
2.4 Installaties	15
2.4.1 Het ventilatiesysteem	15
2.4.2 Alarmsystemen	16
2.4.3 Gas- en persluchtvoorziening	17
2.4.4 Telemanipulatoren	17
2.4.5 Hijsvoorzieningen	17
2.4.6 Sluissystemen van de cellen	17
2.5 Algemene voorzieningen	17
2.5.1 Elektrotechnische voorzieningen	18
2.5.2 Afvalwatersystemen	18
2.5.3 Beveiliging	19
3 Bedrijfservaring en rechtvaardiging	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Bedrijfservaring	21
3.3 Rechtvaardiging	22
3.4 Ontmanteling	23
4 Radioactieve stoffen, Splijtstoffen en Toestellen	25
4.1 Aard van de radioactieve stoffen, splijtstoffen en type toestellen	25
4.2 De hoeveelheid radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen	25
4.3 Registratie, inspectie en administratie	26
4.4 Afvoer radioactieve stoffen en splijtstoffen	27
5 Radioactief afval	29

5.1	Ontstaan/behandeling van radioactief afval	29
5.2	Afvoer van radioactief afval naar de opslagfaciliteit	29
5.3	Radiologische gevolgen van lozingen vanuit de HCL	29
6	Veiligheidsevaluatie	31
6.1	Veiligheidsmaatregelen binnen de HAVA-VU	31
6.1.1	Materiële maatregelen	31
6.1.2	Organisatorische maatregelen	32
6.1.3	Brandpreventie, -detectie en -bestrijding	34
6.1.4	Ongevalbestrijding en noodplannen	35
6.2	Ongevalsituaties en gevolgenanalyses	36
6.2.1	Ongevalsituaties	36
6.2.2	Ongevalconsequenties	41
7	Stralingsbescherming	45
7.1	Stralingshygiënische voorzieningen	45
7.2	Maatregelen met betrekking tot stralingsbescherming	45
7.2.1	Maatregelen bij de behandeling van radioactief afval	45
7.2.2	Afscherming	46
7.2.3	Ventilatie	46
7.2.4	Meetapparatuur	46
7.2.5	Persoonlijke beschermingsmiddelen	47
7.2.6	Toegangscontrole	47
7.3	Registratie van de persoonsdoses	48
7.4	Opleiding en instructie met betrekking tot stralingsbescherming	48
Figuren		49

Lijst van tabellen

tabel 1	Veilige splijtstofmassa per zone uitgedrukt in gram ^{235}U -equivalent	26
tabel 2	Ontwerpongevallen bij het RL	37
tabel 3	Buitenontwerpongevallen bij het RL	40
tabel 4	Doses bij het ontwerpongeval 'vrijkomen van stof na val WSF-vat op sorteertafel met falend filter'	41
tabel 5	Doses bij het ontwerpongeval 'celbrand in de sorteercel'	42
tabel 6	Maximum MIR voor de kritieke groep (éénjarigen) bij buitenontwerpongevallen.	43
tabel 7	Maximum MIR voor volwassenen bij buitenontwerpongevallen.	43
tabel 8	Overige stralingsmeetapparatuur binnen de HCL	47

Lijst van figuren

figuur 1	Structuur Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten	8
figuur 2	Schematische voorstelling achter/zijaanzicht doorsnede HAVA-VU	49
figuur 3	Schematische voorstelling voor- en zijaanzicht HAVA-VU	50
figuur 4	Terreinsituering HAVA-VU	51
figuur 5	Bovenaanzicht van de HAVA-VU, het RL en de MPF	52
figuur 6	Plattegrond van de benedenverdieping van de HAVA-VU	53
figuur 7	Plattegrond van de eerste verdieping van de HAVA-VU	54
figuur 8	<i>Artist impression</i> Gevelaanzicht oost HAVA-VU (schoorsteen is van HCL)	55
figuur 9	<i>Artist impression</i> van de HAVA-canister	56
figuur 10	Principeschema van het ventilatiesysteem van de HAVA-VU	57
figuur 11	Schema vast radioactief afval HAVA-VU	58
figuur 12	Schema vloeibaar radioactief afval HAVA-VU	58
figuur 13	Schema gasvormige emissies HAVA-VU	58

1 Inleiding

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

De randvoorwaarden voor het hanteren van radioactieve stoffen, splijtstoffen en ioniserende stralen uitzendende toestellen zijn op grond van de Kernenergiewet (KEW) geregeld. De KEW heeft betrekking op:

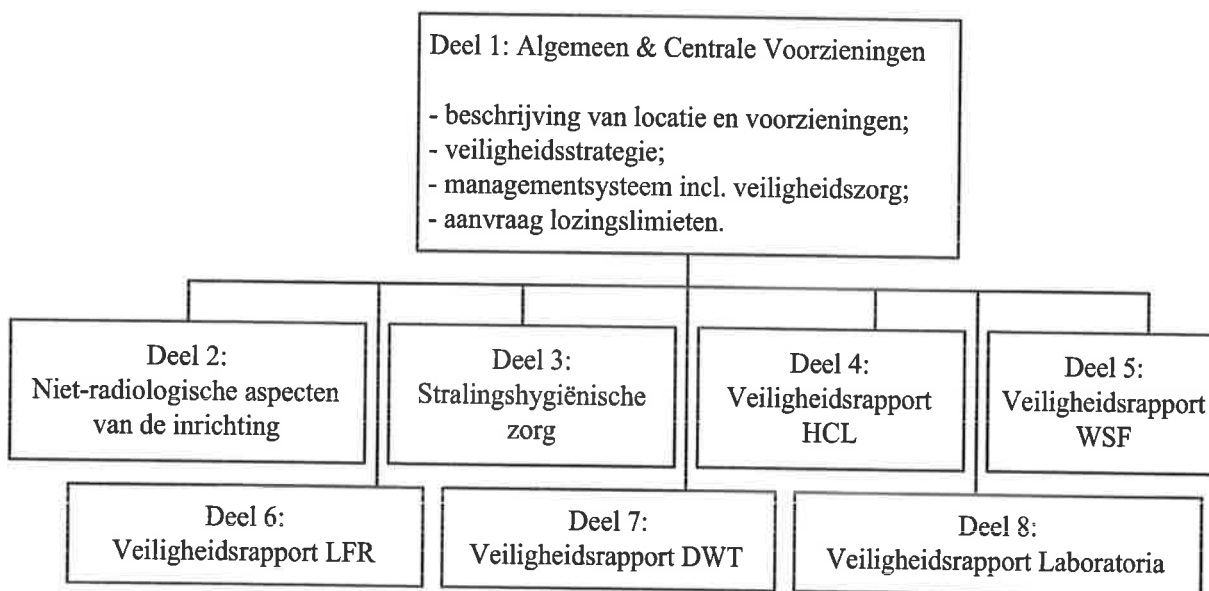
- de bescherming van de volksgezondheid;
- de bescherming op de arbeidsplaats tegen gevaren van de radioactieve stoffen en ioniserende stralen uitzendende toestellen;
- de bescherming van mensen, planten, dieren en goederen.

De beschreven activiteiten zijn op dit moment vergund in de NRG KEW-vergunning met kenmerk DGM/SAS/2001049111 van 2 augustus 2001, laatstelijk gewijzigd op 11 juli 2007 met kenmerk SAS/2007066689.

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. Bij de beschrijvingen in het integrale veiligheidsrapport wordt aangegeven op welke wijze wordt voldaan aan de vergunningsvoorwaarden, waardoor een document ontstaat dat de basis vormt voor de vergunningsverlening door het Bevoegd Gezag.

De vergunningsaanvraag bevat acht delen, onderverdeeld in drie delen met een algemeen karakter en vijf delen die speciale faciliteiten of inrichtingen betreffen. De delen van de vergunningsaanvraag staan weergegeven in figuur 1.



figuur 1 Structuur Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten

Het voorliggende deel, dat gesplitst is in deel 4a “*Research Laboratory*”, deel 4b “*Molybdenum Production Facility*”, en deel 4c “HAVA-VU” (HoogActief Vast Afval - VerpakkingsUnit) beschrijft de installaties, de bedrijfsactiviteiten, de organisatie en de wijze waarop de veiligheid wordt gewaarborgd bij storingen en ongevallen. Tevens wordt het veiligheidsniveau beschreven dat bij de bedrijfsvoering van de *Hot Cell Laboratories* (HCL) wordt gerealiseerd.

Als basis voor het opstellen en beoordelen van veiligheidstechnische gronden zijn de IAEA eisen en richtlijnen voor onderzoeksreactoren gehanteerd. Het betreft onder andere NS-R-4: *Safety of Research Reactors*; SS 35-G1: *Safety Assessment of Research Reactors and Preparation of the Safety Analysis Report*; DS 261: *Draft Safety Guide Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Research Reactor*. Daarnaast zijn, voor zover van toepassing, de regels uit de algemene voorschriften uit de Nucleaire Veiligheidsregels voor Kwaliteitsborging van Kerncentrales (NVR-1.3) en de Beveiligingsrichtlijnen Kerninstallaties gehanteerd. De Nucleaire Veiligheidsregels bestaan voor de Nederlandse situatie uit de geamendeerde versies van de International Atomic Energy Agency (IAEA) codes en guides.

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.

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 HCL, waarbij op de volgende wijze invulling is gegeven.

Niveau 1: preventie

Bij het ontwerpen van de HAVA-VU is er naar gestreefd om:

- 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 2.3 en paragraaf 7.1),
 - het radioactieve materiaal zodanig op te slaan dat dit zo goed mogelijk is beschermd tegen destructieve invloeden (paragraaf 2.1),
 - te voorkomen dat bij de omgang met splijtstoffen kriticiiteit optreedt (paragraaf 4.2 en 6.1).
- Door het in deel 1 beschreven veiligheidszorgsysteem en door procedures voor alle belangrijke handelingen, wordt de veiligheid van de bedrijfsvoering in de HAVA-VU gewaarborgd.

Niveau 2: beheersing

De randvoorwaarden voor de bedrijfsvoering zijn vastgelegd in procedures en instructies. Hiernaast is 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 typen stralingsmeetinstrumenten (zie hoofdstukken 6 en 7).

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

Niveau 3: interventie

Maatregelen ter voorkoming en beheersing van ontwerpongevallen zijn beschreven in hoofdstuk 6. 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 HAVA-VU, dan zorgen filtersystemen ervoor dat deze stoffen niet in de omgeving verspreid zullen worden (paragraaf 2.3 en paragraaf 7.2.3).

Niveau 4: mitigatie

Maatregelen op niveau 4 zijn vereist indien tijdens onvoorziene situaties condities optreden waarbij significante hoeveelheden radioactieve stoffen toch 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 HAVA-VU

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. Hieronder is een kort overzicht gegeven van de inhoud van deel 4c, zijnde de HAVA-VU. In deel 4a is het *Research Laboratory* beschreven en in deel 4b de *Molybdenum Production Facility*.

Hoofdstuk 2 'Inrichting en Installaties' beschrijft de locatie, het ontwerp van de installatie en de componenten en de systemen die van belang zijn voor de veiligheid.

Hoofdstuk 3 beschrijft de rechtvaardiging en bedrijfservaring die er is met het ompakken en verpakken van radioactief afval.

Hoofdstuk 4 'Radioactieve stoffen, Splijtstoffen en Toestellen' bevat een beschrijving van de soorten en hoeveelheden en de wijze van gebruik van de gehanteerde radioactieve stoffen en splijtstoffen. Verder wordt beschreven hoe de beveiliging en administratie van de splijtstoffen geregeld is en op welke manier ze worden afgevoerd.

Hoofdstuk 5 'Radioactief afval' beschrijft de soorten en hoeveelheden, de behandeling en afvoer van radioactief afval dat ontstaat bij de werkzaamheden in de HAVA-VU.

De veiligheidsfilosofie is beschreven in paragraaf 1.2 en de getroffen veiligheidsmaatregelen (zowel materieel als organisatorisch) worden in hoofdstuk 6 'Veiligheidsevaluatie' 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 HAVA-VU, waarbij als belangrijke richtlijn 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

2.1 Inleiding

In de *Waste Storage Facility* (WSF) op de OLP zijn tijdelijk vaste radioactieve afvalstoffen opgeslagen in afwachting van vervoer naar COVRA waar deze (verpakte) afvalstoffen worden opgeslagen. Een deel van deze radioactieve afvalstoffen bestaat uit sterk stralend niet-splijtstofhoudend radioactief vast afval, dat eerst gescheiden moet worden in hoog-, middel- en laagradioactief afval (HAVA, MAVA en LAVA) voordat dit afval naar COVRA kan worden afgevoerd voor definitieve opslag.

Door COVRA zijn specifieke verpakkingseisen aan de opslag van het hoogradioactieve afval in het Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslag Gebouw (HABOG) gesteld. Om aan deze eisen te kunnen voldoen dient het afval uit de WSF omgepakt en geconditioneerd te worden. De transportcontainers waarin het afval wordt toegeleverd dienen ook aan strikte eisen te voldoen. Deze container, de zogenaamde MTR-2 container, heeft een dusdanige massa (20 ton) dat deze niet in de bestaande faciliteit van de HCL geladen kan worden. Door deze eis en omdat COVRA zelf niet beschikt over de faciliteiten om dit soort afval om te pakken in vaten die geschikt zijn voor langdurige opslag, zal al het hoogradioactieve afval dat opgeslagen ligt in Petten opnieuw verpakt moeten worden. Op dit moment is voor scheiden en herverpakken van dit afval echter geen geschikte faciliteit op de OLP beschikbaar. De bouw van de HAVA-VU is daarom noodzakelijk om het verpakken en transport van hoogradioactief afval naar de COVRA mogelijk te maken.

Vanwege bovengenoemde redenen heeft NRG besloten een vergunning aan te vragen voor de bouw en inrichten van een nieuwe faciliteit op de OLP, waarin het gemengde HAVA, MAVA en LAVA gescheiden en verpakt kan worden, zodat dit afval conform de vervoersregeling VGR naar COVRA kan worden vervoerd. In de te bouwen HAVA-VU, zal het uitgesorteerde HAVA in geconditioneerde vorm in een zogenoemde HAVA-canister worden verpakt, die in een MTR-2 container wordt geladen voor vervoer naar COVRA. Deze HAVA-canisters kunnen na aankomst bij COVRA direct als geconditioneerd HAVA in het HABOG worden opgeslagen. Het gesorteerde LAVA en MAVA wordt als ongeconditioneerd afval in 100-litervaten naar COVRA vervoerd voor conditionering en opslag. De HAVA-VU zal deel uitmaken van de HCL van NRG.

Een deel van het af te voeren HAVA bestaat uit PVC-houdend materiaal. Omdat PVC mogelijk onder invloed van straling ontleedt, waarbij zoutzuur vrijkomt, zal extra zorg worden gedragen voor het veilig verpakken van dit materiaal. Het PVC-houdende materiaal zal worden geïmmobiliseerd waarbij het zoutzuur gebonden wordt aan de omgevingsmatrix. Om tijdig informatie over het vrijkomen van corrosieve chloorproducten te hebben zal hier op worden gecontroleerd.

Ook het splijtstofhoudend afval in de WSF zal eerst moeten worden herverpakt voordat het naar COVRA mag worden vervoerd. Dit herverpakken kan plaatsvinden in de hot cellen van het HCL-

RL. Dit verpakte splijtstofhoudend afval zal middels een basket zoals deze ook in gebruik is voor andere splijtstoftransporten in een container van het type MTR-2 naar COVRA worden afgevoerd. Het laden van dit verpakte splijtstofhoudend afval in een MTR-2 kan eveneens in de HAVA-VU plaatsvinden.

Naast het behandelen en transportgereedmaken van de hierboven beschreven materialen, zijn in de toekomst ook werkzaamheden voorzien als het herverpakken van isotopen, het ompakken van filters en het verwerken van gesloten bronnen. De hierbij benodigde veiligheidsvoorzieningen zullen in overeenstemming gebracht worden met de beschreven veiligheidsvoorzieningen. De gevraagde aanpassingen en het uitvoeren van de (eventuele nieuwe) werkzaamheden geschieden geheel binnen de bestaande risicocontouren van de HAVA-VU.

2.2 Uitgangspunten van de HAVA-VU

De HAVA-VU is een zelfstandig gebouw met een eigen infrastructuur. De HAVA-VU wordt gekenmerkt door een bedieningsruimte, betoncellen, een hoge hal, de 'HAVA-hal' genoemd en een transportsluis. Het gebouw is via een corridor verbonden met de HCL. Toegang tot de HAVA-VU is voor personen mogelijk via de centrale ingang van de HCL, die voorzien is van een besmettingsmonitor, en voor goederen via de transportsluis.

Het gebouw, waarvan de figuren 2 en 3 een doorsnede laten zien, heeft een confinementfunctie, waarbij een onderdruk ten opzichte van de buitenlucht wordt gehandhaafd. De diverse ruimten in het gebouw staan ook weer op onderdruk ten opzichte van elkaar. Hierbij staat de sorteercel, waar het afval daadwerkelijk wordt gesorteerd, op de laagste druk en staan ook (in volgorde van afnemende onderdruk) de canistercel, MAVA ruimte, HAVA-hal, transportsluis, overstapruimte, bedieningsruimte, cementeerruimte en technische ruimten op onderdruk. Om het drukregime te kunnen handhaven zijn waar nodig sluisfuncties voorzien, zoals een transportsluis, een toegangssluis en een dubbel-dekselsysteem voor de aansluiting van afvalvaten aan de sorteercel. Door dit drukregime wordt zeker gesteld dat er ook bij verstoringen van het bedrijfsproces geen radioactiviteit in de leefomgeving of het buitenmilieu terecht komt. In de sorteercel, waar de uitsorteerhandeling wordt verricht, is een extra RVS binnenbox aanwezig die eenvoudig decontamineerbaar is.

Om te voorkomen dat cementstof in de cellen en het ventilatiesysteem terechtkomt, is de cementeerinstallatie in een aparte ruimte binnen de muren van de HAVA-VU, maar "buiten" gecontroleerd gebied gebouwd en ook alleen van buiten uit toegankelijk.

Bij het ontwerp van het gebouw is o.a. uitgegaan van het in Veiligheidsrapportdeel 1 gespecificeerde aardbevingsspectrum. Het dubbele insluitingsprincipe wordt gehanteerd. Zowel de betoncellen als het gebouw hebben een insluitingfunctie. In de HAVA-VU worden zware containers gebruikt. In het ontwerp is dan ook rekening gehouden met het feit dat het vallen van containers tijdens hijsbewegingen geen significante veiligheidsconsequenties kunnen veroorzaken.

In geval van brand in de cellen wordt automatisch een brandblussysteem in werking gesteld en worden de inlaatkleppen van de cellen gesloten. De uitlaatkleppen zullen geopend blijven. Doordat de inlaatkleppen gesloten worden en de uitlaatkleppen van de cellen geopend blijven zal bij het inblazen van het blusgas de onderdruk in de cellen gewaarborgd blijven. Om verspreiding naar de buitenlucht te voorkomen zullen de gasdichte kleppen van het gebouwventilatiesysteem worden gesloten.

Om de verspreiding van radioactiviteit in het milieu zoveel mogelijk te beperken zijn zowel in het celventilatiesysteem als in het gebouwventilatiesysteem filterpakketten toegepast die het merendeel van de radioactieve deeltjes opvangen. De gefiltreerde lucht wordt geloosd via een ventilatieschacht voorzien van een monitor waarmee de omvang van geloosde restactiviteit wordt bepaald. Deze restactiviteit zal, zoals in Veiligheidsrapport deel 1 is beschreven, binnen de bestaande limieten voor lozing van radioactieve stoffen in de lucht blijven.

Voor de bescherming van personeel en bezoekers is de afscherming van de betoncellen zodanig dat er maximaal een dosistempo van 0,01 mSv/h aan de buitenkant van deze cellen wordt gemeten. De afschermende werking van de buitenmuur zal zodanig zijn dat de bestaande dosislimiet voor de terreingrens van de NRG-inrichting niet zal worden overschreden.

De detaillering van de diverse systeemdelen komen in de hier volgende paragrafen aan de orde, terwijl in hoofdstuk 6 de uitgevoerde veiligheidsanalyses zijn beschreven.

2.3 Inrichting

De situering van de HAVA-VU op het NRG-terrein is in figuur 4 aangegeven, het bovenaanzicht van de HAVA-VU in figuur 5 is weergegeven.

2.3.1 Indeling van het gebouw

De HAVA-VU wordt gekenmerkt door een bedieningruimte, betoncellen, een hoge hal vergelijkbaar met de transporthal in de RL en de OT-hal in de MPF, en een transportsluis. In de HAVA-VU wordt deze hal 'HAVA-hal' genoemd om verwarring met andere hallen te voorkomen. Bij de constructie van het gebouw heeft de brandveiligheid een belangrijke rol gespeeld. Zo is er zoveel mogelijk gebruik gemaakt van brandwerende materialen.

Verder bevinden zich binnen deze hal onder meer de volgende ruimten:

- transportsluis;
- ontsmettingsruimte;
- cellaadsluizen.

De indeling van het gebouw is weergegeven in de figuren 6 en 7. In figuur 8 wordt een *artist impression* van het gevelaanzicht getoond.

2.3.2 De betoncellen

In de betoncellen bevinden zich twee compartimenten, een sorteercel en een HAVA-canistercel (figuur 6). In deze cellen zullen de onderstaande werkzaamheden worden verricht:

- aan- en afvoer van radioactief materiaal van en naar de cellenlijn;
- sorteren van radioactief materiaal;
- klein maken van radioactief materiaal;
- conditionering van radioactief materiaal;
- chemische behandeling van niet-splijtstoffen.

In de 0,80 m dikke afschermingswand van barietbeton grenzend aan de bedieningszijde van de cellen zijn drie afschermende waarnemingsvensters aangebracht en drie paren telemanipulators.

De waarnemingsvensters hebben een afschermende werking welke equivalent is aan die van de frontwand van de cellen. In de bedieningswand, de achterwand en het dak bevinden zich talrijke cilindrische doorvoeringen welke dienen voor het doorvoeren van de telemanipulators, van elektrische kabels, van vloeistof- en gasleidingen naar de binnen de cellen opgestelde apparatuur. Al deze voorzieningen zijn zodanig geconstrueerd, dat zij een afschermende werking hebben voor gammastraling naar de transporthal en de bedieningsruimte.

Binnen de cellen wordt een onderdruk gehandhaafd ten opzichte van de HAVA-hal. Deze voorziening dient ter voorkoming van verspreiding van radioactief materiaal naar de transporthal, zowel bij reguliere werkzaamheden als bij een ongeval. Hiertoe is iedere cel aangesloten op het centrale celluchtventilatiesysteem.

Er zijn drie cellen in het gebouw gesitueerd:

De sorteercel, hier wordt het aangevoerde materiaal gesplitst in hoog-, middel- en laagactief.

De HAVA-canistercel, hier worden onder andere de canisters in de transportcontainer geplaatst.

MAVA-ruimte met als functie het meten en smeertesten van MAVA-vaten

Het beladen van het HAVA-canister met HAVA in de MTR-2 transportcontainer gebeurt in de HAVA-canistercel. Om de MTR-2 in deze cel te brengen zal het dak van de betoncel die bestaat uit stalen platen (dikte: 40 cm en massa: ± 9500 kg), en stalen balken (massa: ± 1900 kg) worden verwijderd met behulp van de halkraan. Tijdens het openen van de HAVA-canistercel wordt de celventilatie in principe niet gestopt en zal de onderdruk niet gehandhaafd blijven. Het afzuigstelsel is zo ontworpen dat een wijziging van de ventilatie van de cel geen invloed heeft op de overige cellen. Omdat open activiteit in deze cel tot een absoluut minimum wordt beperkt zal verspreiding van radioactieve materialen tijdens het openen van de HAVA-canistercel vrijwel uitgesloten zijn. De aanvoer van materialen uit de sorteercel zal geschieden doormiddel van afgesloten HAVA-blikken die in het HAVA-canister zijn geplaatst. Zowel de buitenkant als de inhoud van het HAVA-blik wordt voor opslag geconditioneerd met cement.

2.3.3 De cementeerruimte

De cementeerruimte (figuur 7) heeft als functie het gereedmaken van cement voor het cementeren van HAVA-vaten. De ruimte is alleen te betreden via de buitentrap. Het cement dat in de cementeerruimte wordt aangemaakt wordt door middel van een gesloten ringleidingsysteem naar de HAVA-canistercel gevoerd. Door middel van een speciale aftakking buiten de cel wordt het cement de cel ingevoerd. Na afloop van het cementeren wordt de aftakking losgekoppeld en afgevoerd als radioactief afval. Door deze werkwijze is de kans op inwendige besmetting van de ringleiding uitgesloten geacht.

Na het cementeren van het afval wordt de ringleiding gespoeld met water. Het afvalwater dat hierbij ontstaat wordt opgevangen in een bezinkput. Het water in de bezinkput wordt gemonitord op de aanwezigheid van radioactiviteit. Indien er activiteit wordt aangetoond zal het bezinkwater worden afgevoerd naar DWT en indien de activiteit zich onder de detectielimiet bevindt zal het water vanuit de bezinkput worden geloosd op het riool.

2.3.4 De transportcontainers

Door middel van afschermende transportvaten wordt verkeer van radioactieve objecten onderhouden tussen de betoncellen en NRG-installaties zoals HCL, HFR, LFR en DWT. Voor dit doel beschikt de HAVA-VU over een aantal afschermende transportvaten van uiteenlopende typen, geschikt voor belading en ontlading in horizontale en/of verticale zin.

Voor het afvoeren van HAVA naar de COVRA wordt gebruik gemaakt van een HAVA-canister. In de huidige vorm heeft deze canister een vrij volume van 277 liter. Een *artist impression* van de canister is gegeven in figuur 9.

2.4 Installaties

2.4.1 Het ventilatiesysteem

Het primaire doel van het ventilatiesysteem is het gecontroleerd afvoeren van mogelijk radioactief besmette lucht. Er wordt continu een onderdrukverdeling in het gebouw en in alle cellen onderhouden. De laagste druk heerst in die ruimten waar de meeste kans op vrijkomen van radioactieve stoffen aanwezig is.

Zo wordt zowel bij normaal bedrijf als in ongevalsituaties de verspreiding van radioactief materiaal naar de omgeving beheerst. Daarnaast dient het ventilatiesysteem voor de klimaatbeheersing van het gebouw en de cellen.

De belangrijke ventilatoren en filters zijn redundant uitgevoerd. Hierdoor is de aanwezigheid van een noodventilatiesysteem niet nodig. In het regelsysteem is een beveiliging aangebracht om te voorkomen dat bij complete uitval van de celluchtventilatoren lucht uit de cellen in de verblijfsruimte kan komen via een gebouwluchtafvoerventilator.

Het principe is aangegeven in figuur 10. Het ventilatiesysteem van de HAVA-VU omvat de volgende ventilatoren:

1. de gebouwluchttoevoerventilator,

2. de gebouwluchtafvoerventilatoren,
3. de celluchtafvoerventilatoren.

De ventilatie van de cellen geschiedt door de onderdruk. In de cel wordt lucht via een filtersysteem uit de HAVA-hal betrokken. Bij het verlaten van de cel zal de lucht achtereen volgens een voorfilterunit passeren en een filterunit opgebouwd uit een absoluutfilter, een reserveruimte en een absoluutfilter.

Om werkzaamheden aan het filter- of afzuigstelsel te kunnen uitvoeren is de installatie redundant uitgelegd. De toe- en afvoerkanalen voor de ventilatielucht zijn dicht bij de cel voorzien van afsluiters om bij calamiteiten de cel te kunnen inblokken. Een tweede ventilatiesysteem dient voor de afzuiging van het gebouw.

De functie van de toevoerfilters is om alleen schone lucht tot het ventilatiesysteem toe te laten; de afvoerfilters hebben tot doel verontreinigingen af te vangen en lozingen te reduceren. De afsluiters hebben tot doel het gebouw en cellen in te blokken bij uitvallen van de ventilatoren, teneinde luchtstroming in omgekeerde richting te voorkomen.

Het ventilatiesysteem van de HAVA-VU is volledig onafhankelijk van dat van de overige installaties behoren de bij de HCL en is voorzien van een eigen lozingspunt op het dak van de HAVA-VU. Zowel de lucht uit de cellen als de gebouwenlucht worden via hetzelfde punt geloosd.

2.4.2 Alarmsystemen

- De cellen in de HAVA-VU zijn alle voorzien van onderdrukmeters; overschrijding van de ingestelde waarden leidt tot een optische signalering op het paneel in de bedieningsruimte, een akoestisch signaal in de verschillende verblijfsruimten en een waarschuwing op het GBS.
- Alle ruimten in de HAVA-VU zijn uitgerust met brandmelders. De betoncellen zijn ten behoeve van branddetectie voorzien van een temperatuuropnemer. De branddetectie berust op het meten van een snelle temperatuurstijging of overschrijding van een ingestelde temperatuurwaarde van de uitgaande ventilatielucht. De betoncellen zijn voorzien van een redundant brandblussysteem, de temperatuuropnemers in de betoncellen zijn gemonteerd in de afzuigkanalen.
- Het aanspreken wordt gemeld:
 - door een akoestisch signaal;
 - op het controle alarmpaneel;
 - via het GBS;
 - door een optische signalering in de bedieningsruimte / cellenfront.
- Voor de emissiebewaking en de stralingshygiënische alarmsystemen, zoals stralings- en stofmonitoren, wordt verwezen naar hoofdstuk 7.
- Tevens wordt een aantal veiligheidsrelevante parameters van de elektriciteitsvoorziening en stralingsniveaus bewaakt via het centrale gebouwbeheerssysteem. Afwijkingen worden direct

gealarmeerd, terwijl buiten werktijd automatisch de dienstdoende consignatiemedewerker opgeroepen wordt.

- Afhankelijk van de locatie en aard van de storing vindt melding hiervan plaats op diverse besturings- en alarmpanelen. Daarnaast wordt in een aantal gevallen een akoestisch alarm geactiveerd.
- Het brandmeldingssignaal wordt automatisch doorgegeven aan de centrale meldpost.

2.4.3 Gas- en persluchtvoorziening

Stikstof, argon, helium en perslucht wordt centraal toegevoerd en via een intern leidingnet gedistribueerd.

2.4.4 Telemanipulators

Manipulators worden gebruikt in betoncellen van de HAVA-VU. De telemanipulators zijn zodanig geconstrueerd dat de medewerker bij een aanvaardbaar stralingsniveau radioactief materiaal kan manipuleren. De sorteercel is uitgerust met twee sets manipulators aan de voorzijde, de HAVA-canistercel is uitgerust met één set manipulators aan de voorzijde en een uitbreidingsmogelijkheid voor een set aan de achterzijde.

2.4.5 Hijsvoorzieningen

Diverse hijsvoorzieningen zijn aanwezig zowel in de cellen als daarbuiten. De hijsvoorzieningen zijn veilig-falend uitgevoerd. Dit betekent dat bij stroomuitval een last niet ongecontroleerd naar beneden kan bewegen.

2.4.6 Sluissystemen van de cellen

In de betoncellen van de HAVA-VU wordt gebruik gemaakt van sluizen voor de aan- en afvoer van materialen. Het transport tussen de verschillende faciliteiten vindt plaats door middel van transportcontainers die aan de sluisopeningen worden gekoppeld om de stralingsafscherming te waarborgen. De containers worden op heftafels geplaatst waarmee de container precies voor de sluisopening kan worden gebracht. De sluissystemen zijn zodanig geconstrueerd dat geen besmetting aan de buitenzijde van de afgesloten bussen plaats kan vinden ten gevolge van de operatie.

Bovendien is de HAVA-canistercel bereikbaar via het verwijderbare dak van de cel.

2.5 Algemene voorzieningen

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

- bedrijfsbrandweer,

- gebouwbeheersysteem,
- elektrotechnische voorzieningen,
- afvalwatersystemen,
- perslucht,
- beveiliging,
- bedrijfsnoodplan,
- voorzieningen voor het beperken van gevolgen van ongevallen.

Behalve van de in de HCL 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 het RL aanwezige specifieke voorzieningen.

2.5.1 *Elektrotechnische voorzieningen*

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

NRG heeft een volautomatische noodstroomvoorziening die bij uitvallen van de externe stroomtoevoer binnen 10 seconden de belangrijkste installaties van stroom voorziet. Hierop zijn de nucleaire installaties, beveiligingssystemen en enkele duurproeven aangesloten.

De volgende installaties zijn aangesloten op de noodstroomvoorziening:

- manipulators,
- verlichting begane grond,
- wandcontactdozen cellenpanelen,
- pompen, ventilatoren ventilatiesysteem,
- bedieningspanelen cellen,
- lozingscontroleapparatuur,
- alle bewakings-, beveiligings- en regelapparatuur zoals GBS en ontruimingsinstallatie e.d.

2.5.2 *Afvalwatersystemen*

Sanitair afvalwater, bedrijfsafvalwater en laboratoriumafvalwater, alsmede aftapwater van de verwarmings- en koelsystemen, uit de radiologische zones wordt verzameld in buiten het gebouw opgestelde tanks. Deze tanks zijn opgesteld in grotendeels ondergrondse betonnen bakken en worden terreinputten of wastetanks genoemd. Het in de putten opgeslagen afvalwater wordt voor verdere behandeling afgevoerd naar de centrale faciliteit voor het behandelen van (mogelijk) met radioactieve stoffen besmet afvalwater, de DWT (*Decontamination and Waste Treatment*).

Voor de cementeerinstallatie is er een gesloten ringleiding die wordt bediend vanuit een niet radiologische zone die niet toegankelijk is via de HAVA-VU. Dat deel van de installatie dat in de radiologische zone wordt gebruikt voor het afvullen van canisters zal per campagne worden vervangen en gecontroleerd afgevoerd. Afvalwater uit deze installatie wordt via een bezinktank opgevangen en gecontroleerd op radioactiviteit. Indien er activiteit wordt aangetoond zal het bezinkwater worden afgevoerd naar DWT en indien de activiteit zich onder de detectielimiet

bevindt zal het water vanuit de bezinkpunt worden geloosd op het riool. Vanwege de voorgenomen voorzorgsmaatregelen is het zo goed als uitgesloten dat er activiteit op het riool wordt geloosd

2.5.3 Beveiliging

Naast de centrale beveiligingsvoorziening wordt voor de HCL objectbeveiliging toegepast en is de toegang met behulp van een kaartstelsysteem verder beperkt tot een klein aantal medewerkers. De gebouwen worden buiten kantooruren afgesloten. Buiten de kantooruren wordt er gesurveilleerd. Voor de HAVA-VU gelden dezelfde veiligheidseisen als voor de andere onderdelen van de HCL.

3 Bedrijfservaring en rechtvaardiging

3.1 Inleiding

Historisch en toekomstig nucleair afval is/wordt opgeslagen in de WSF op het terrein van de OLP. Dit afval bestaat zowel uit hoog- als middel- (en laag) actief vast afval, HAVA, MAVA en LAVA genaamd.

De Nederlandse overheid heeft beslist dat nucleair afval in Nederland centraal opgeslagen gaat worden bij de COVRA (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (Borsele, Nederland)). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen hoog- en middel- (en laag) actief afval. Hierom zal het afval gescheiden moeten worden in hoog-, middel- en laagactief afval alvorens het geschikt gemaakt kan worden voor transport naar de COVRA.

Met behulp van de nieuw op het terrein van NRG te bouwen HAVA-VU wordt deze scheiding en voorbereiding voor transport uitgevoerd. De HAVA-VU wordt gekoppeld aan en is daarmee een integraal onderdeel van de HCL van de *Nuclear Research and consultancy Group* (NRG) die op de OLP is gevestigd.

Het scheiden van het hoog- en lager actief afval en transport gereedmaken van het hoogactieve afval kan niet in de huidige HCL-RL worden gedaan omdat de cellen van de HCL-RL door het reguliere werk al zodanig bezet zijn dat een grote campagne als het scheiden van al het historische afval hieraan niet toegevoegd kan worden. Daarnaast is voor het transport van grote eenheden afval over de openbare weg een grote, zware container nodig, waarvan het type is bepaald door COVRA. Deze container kan niet beladen worden bij de huidige betoncellen van het RL omdat de fundering van de huidige betoncellen al maximaal belast is. Het extra gewicht van de container zou een risico op overbelasting van de fundering veroorzaken. Het gebruik van kleinere / lichtere containers wordt niet geaccepteerd door COVRA en zou tevens het aantal transporten van Petten naar Borsele enorm verhogen.

3.2 Bedrijfservaring

Het RL heeft sinds de start in 1964 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, bedrijfsmatige zaken, en enkele belangrijke bouwkundige uitbreidingen zijn, de werkplaats ten behoeve van het onderhoud aan de manipulators, de *Molybdenum Production Facility*, de nieuwe kantoorvleugel, de inrichting van het *Actinides Laboratory*, de bouw van een overkapping voor het stationeren van lege COVRA-containers en de aanbouw van de HAVA-VU. Bij de bouw van de HAVA-VU wordt gebruik gemaakt van de ervaring die opgedaan is in de jarenlange bedrijfsvoering van de HCL-RL zoals:

- het aanbrengen van branddetectie- en brandbestrijdingsapparatuur in de cellen;
- installatie van nieuwe laad- en lospoorten aan de achterzijde van diverse cellen, de zogenaamde shuttersystemen, ter verhoging van de veiligheid bij het be- en ontladen van radioactieve voorwerpen;

- ontwikkeling van heftafels om de containers goed voor de shutterpoort te kunnen positioneren;
- de realisatie van een gebouwbeheersysteem dat er onder meer voor zorgt dat bij overschrijding van een alarmwaarde automatisch de semafoon van de geconsigneerde wordt geactiveerd;
- de opzet van een gecomputeriseerd administratieprogramma voor zowel het splijtstofbeheer als het beheer van overig radioactief materiaal;
- ter verhoging van de veiligheid en het bedieningsgemak bij het transport van de manipulators, is een plafondrailsysteem geïnstalleerd, waarmee de manipulators van het werkstation naar de manipulatorwerkplaats en vice versa getransporteerd kunnen worden;
- modernisering van stralingsmeetapparatuur, zoals besmettingsmeters en hand-/voetmonitoren;
- om na het uitvoeren van drukpak werkzaamheden in de cellen besmetting te voorkomen is een douche-installatie geïnstalleerd;
- ter verbetering van de energie-efficiëntie is in het gebouwventilatiesysteem een warmte-terugwininstallatie aangebracht;
- installatie van een nieuw brandmeldsysteem.

Tevens is bij het ontwerp van de HAVA-VU gebruik gemaakt van de ervaring van radioactief afval verwerkingsbedrijf Belgoprocess in België.

Ernstige bedrijfsongevallen met persoonlijk letsel hebben zich niet voorgedaan sinds de inbedrijfname van het RL. De gemiddelde jaardosis per medewerker is in de loop der jaren verminderd en bedraagt minder dan 1 mSv. Voor de HAVA-VU wordt uitgegaan van een jaardosis in dezelfde orde grootte.

3.3 Rechtvaardiging

Eind jaren '50 van de vorige eeuw is door Nederland het besluit genomen om de HFR te bouwen ten behoeve van het onderzoek naar de veilige opwekking van kernenergie en onderzoek aan materialen. Het eigendom is in 1962 overgedragen aan het Gemeenschappelijk Centrum voor Onderzoek. De bedrijfsvoering is steeds door NRG en zijn voorgangers (ECN en RCN) uitgevoerd. Gevolg van het materialenonderzoek is dat er ook radioactief afval ontstaat. Het laag- en middelactieve vaste afval is in de loop der jaren geregeld afgevoerd. Het hoogactieve vaste afval is nog opgeslagen in Petten. Tot 2003 was het terrein in Petten de enige opslagplaats voor hoogradioactief vast afval in Nederland. Hiertoe is indertijd de WSF gebouwd. Het vaste afval dat veilig opgeslagen ligt in de WSF is daardoor van verschillende partijen afkomstig.

Het bouwen van de HAVA-VU komt voort uit het besluit van de Nederlandse overheid betreffende het radioactief afvalbeleid. Hierin staat dat al het radioactieve afval in Nederland op één locatie zal worden opgeslagen. Dit heeft tot gevolg dat het radioactief afval dat nu in Petten ligt opgeslagen naar de centrale opslagplaats vervoerd zal moeten worden. De centrale opslagplaats bevindt zich bij COVRA (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (Borsele, Nederland)). Als gevolg van het besluit van centrale opslag staat in de vergunning van NRG dat

zij verplicht is haar radioactieve afval aan te bieden aan COVRA, rekening houdend met het gereedkomen van de opslagfaciliteit HABOG bij COVRA

De belangrijkste activiteit die in de HAVA-VU plaats zal vinden is het verpakken en conditioneren van historisch en toekomstig laag-, middel-, en hoogradioactief materiaal. Door middel van de bovengenoemde activiteiten levert de HAVA-VU als onderdeel van de HCL een essentiële maatschappelijke bijdrage aan een veilige opslag van radioactieve materialen.

3.4 Ontmanteling

Bij het ontwerp en bouw van de HAVA-VU is rekening gehouden met ontmanteling van de HAVA-VU. Dit betekent dat alle componenten die gecontamineerd kunnen worden zo uitgevoerd worden dat ze goed gereinigd kunnen worden en wordt er voor gezorgd dat alles uit de cellen (in het bijzonder de sorteercel) afgevoerd kan worden. Grote componenten worden zo veel mogelijk uit kleine delen opgebouwd om afvoer mogelijk te maken via standaard routes (MAVA of HAVA route). De celbox voorkomt dat beton van de afscherming gecontamineerd raakt en grote schoonmaakoperaties noodzakelijk zijn.

4 Radioactieve stoffen, Splijtstoffen en Toestellen

4.1 Aard van de radioactieve stoffen, splijtstoffen en type toestellen

De splijtstoffen in de HAVA-VU kunnen naar aard worden onderscheiden in de volgende categorieën:

- Afzonderlijke splijtstofpennen of -platen of delen daarvan, afkomstig van vermogensreactoren en van onderzoeksreactoren.
- Splijtstofmonsters afkomstig van onderzoek.
- Poedervormige chemische verbindingen.

Het gehanteerde uranium is in te delen in vier categorieën:

- verarmd uranium (het percentage ^{235}U is kleiner dan 0,7%);
- natuurlijk uranium (het percentage ^{235}U is 0,7%);
- laagverrijkt uranium (percentage ^{235}U tussen 0,7 en 20%);
(in het Engels: *Low Enriched Uranium*, LEU);
- hoogverrijkt uranium (percentage ^{235}U groter dan 20%);
(in het Engels: *High Enriched Uranium*, HEU).

Overige radioactieve stoffen afkomstig uit bestralingsexperimenten en isotopenbestralingen. De splijtstoffen worden in de F-cellen van de HCL verpakt in afgesloten verpakkingen en deze verpakkingen zullen in de HAVA-VU worden verzameld totdat er voldoende is voor het vullen van een transportcontainer. In de HAVA-VU zal niet met radioactieve stoffen worden gewerkt waarbij de kans op ongecontroleerde verspreiding van alfadeeltjes groot is. Deze stoffen zullen voordat zij in de HAVA-VU worden gebracht in een andere faciliteit worden verpakt. Ook zullen er geen open radioactieve stoffen worden verwerkt die het risico in zich dragen dat ze gemakkelijk door de lucht verspreidbare activiteit bevatten, zoals jodium. Het hoogactieve vast afval kan kleine hoeveelheden splijtstof bevatten die tijdens het bewerken van experimenten zijn vrijgekomen. Deze hoeveelheden zullen in geen geval aanleiding geven tot ophoping van splijtbare materialen en tot criticiteit.

4.2 De hoeveelheid radioactieve stoffen, splijtstoffen en toestellen

De hoeveelheid splijtstof wordt begrensd door de gehanteerde veiligheidsvoorwaarden met betrekking tot de criticiteitbeheersing. In de HAVA-VU is een fysieke en administratieve zonering aangebracht met betrekking tot de hoeveelheid toelaatbare splijtstof. Hierbij worden twee uitgangspunten gehanteerd, namelijk met betrekking tot veilige hoeveelheden en veilige geometrie.

veilige hoeveelheden

De maximaal toelaatbare hoeveelheid splijtstof in een ruimte wordt zoveel mogelijk gebaseerd op veilige waarden, dit wil zeggen dat de maximale hoeveelheid ook in de voor criticiteit optimale geometrie en omstandigheden (namelijk een bolvorm in water) geen kritieke massa kan vormen.

Deze waarden zijn opgenomen in tabel 1, uitgedrukt in gram ^{235}U -equivalent (massa ^{235}U + massa Pu * 1,75). Genoemde waarden zijn gebaseerd op theoretische beschouwingen, waarbij de splijtstof zich in de optimale geometrische vorm bevindt (bolvorm), de neutronen optimaal gemodereerd zijn en het geheel optimaal gereflecteerd is. De 'veilige waarden' die op deze wijze verkregen worden zijn laag en uiterst conservatief. De verschillende 'zones' waarin veilige hoeveelheden worden gehanteerd, zijn volledig ontkoppeld ten aanzien van reactiviteitseffecten. Door strikte administratieve procedures en onafhankelijke toetsing is het beperken van de hoeveelheden zekergesteld.

veilige geometrie

Een veilige geometrie is een dusdanige configuratie van de meest 'reactieve' splijtstof waarvoor door berekening is zekergesteld dat bepaalde configuratie nooit kritiek kan worden.

Binnen een zone kunnen hoeveelheden splijtstof gehanteerd, verwerkt en vervoerd worden zonder specifiek goedgekeurd werkplan, mits de hoeveelheid splijtbaar materiaal in de desbetreffende zone de in tabel 1 vermelde 'veilige waarden' niet overschrijdt.

kriticiteitsanalyse

Bij het ontwerp van de installaties en de voorschriften van de HAVA-VU is het 'double-contingency' principe gehanteerd. Dit betekent dat er meer dan één veiligheids criterium moet worden overschreden, voordat er sprake kan zijn van kriticiteit. In de cellen is nooit meer dan een kritieke massa splijtstof aanwezig

tabel 1 Veilige splijtstofmassa per zone uitgedrukt in gram ^{235}U -equivalent

hoogst voorkomend ^{235}U -splijtstofequivalent					
^{235}U -splijtstof equivalent (%)	<1%	1-2%	2-3%	3-5%	>5% of onbekend
massa ^{235}U -equivalent (g)	10.000	1400	1000	800	700

De hoeveelheid radioactieve stoffen wordt beperkt door de afscherming van de betoncellen in de HAVA-VU. De maximale hoeveelheid bedraagt per cel 30 TBq ^{60}Co .

4.3 Registratie, inspectie en administratie

De gegevens over de in de HAVA-VU aanwezige splijtstof (hoeveelheden, locatie, hoedanigheid etc.) worden per zone geadmineistreerd en in een computersysteem opgeslagen. De administratie van splijtbaar materiaal geschiedt conform internationale regels en is nader vastgelegd in procedures. Jaarlijks vindt tevens inspectie plaats onder verantwoordelijkheid van Euratom en de IAEA.

4.4 Afvoer radioactieve stoffen en splijtstoffen

Na bewerking en verpakking wordt het materiaal aangeboden aan en afgevoerd naar de COVRA.

5 Radioactief afval

5.1 Ontstaan/behandeling van radioactief afval

Ten gevolge van de verwerking van radioactieve materialen en het prepareren van het afval voor transport en opslag, kunnen kleine hoeveelheden radioactief afval in de HAVA-VU ontstaan, in de vorm van materialen (handgereedschappen, schoonmaakdoekjes, etc) die bij de verwerking worden gebruikt. Het afval bestaat uit laag/middelactief afval met een dosistempo kleiner dan of gelijk aan 10 mSv/h op het oppervlak van de verpakking en hoogactief afval met een dosistempo groter dan 10 mSv/h.

Een overzicht van de diverse afvalstromen en gasvormige emissies wordt gegeven in de figuren 11 t/m 13.

Radioactief afval uit de HAVA-VU

Vast afval

Het vast afval bestaat uit het in vermiculiet (vochtabsorberende korrels) geïmmobiliseerd methanaat dat ontstaat bij het laten reageren van natrium of natrium/kaliumlegeringen met methanol. Bovendien ontstaat vast afval in de vorm van papier, tissues, plastic, roestvast staal, aluminium, glas en afval ten gevolge van verspanende bewerkingen aan niet-splijtstof. Dit afval ontstaat als gevolg van verkleinen en verpakken van het afval uit de WSF.

5.2 Afvoer van radioactief afval naar de opslagfaciliteit

Waswater dat ontstaat bij de diverse werkzaamheden wordt direct na het ontstaan opgevangen in zogenaamde 'vloeibare waste putten' en afgevoerd naar de waterreinigingsinstallatie. Na behandeling wordt het deels als vast afval afgevoerd naar COVRA en deels als gereinigde vloeistof in de Noordzee geloosd.

Het hoogactieve afval, afkomstig uit de cellen, wordt verzameld in de betoncellen en in een HAVA blik gedaan.

5.3 Radiologische gevolgen van lozingen vanuit de HCL

De ervaring heeft aangetoond dat ^3H , ^{85}Kr , ^{131}I en ^{133}Xe de karakteristieke lozing vanuit het HCL bepalen. De nominale lozing van de HAVA-VU bedraagt 5 Re, dit komt overeen met een dosis van 0,03 μSv . De emissies uit de HAVA-VU maken een integraal onderdeel uit van de HCL en worden opgevangen binnen de reeds vergunde lozingslimieten voor de HCL.

6 Veiligheidsevaluatie

6.1 Veiligheidsmaatregelen binnen de HAVA-VU

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 radioactief materiaal binnen de eisen van de bedrijfsvoering;
- adequate afscherming van radioactieve bronnen;
- adequate opsluiting van radioactief materiaal;
- het vermijden van kriticititeit;
- andere, meer algemene doelen.

6.1.1 Materiële maatregelen

Maatregelen HAVA-VU

Adequate afscherming van radioactieve bronnen

- De afschermwaarde van de celinstallaties is ontworpen in overeenstemming met de hoogst verwachte radioactieve bronsterkten. Er is als ontwerpwaarde van uit gegaan dat buiten de radiologische zones geen persoonsdosis wordt veroorzaakt groter dan 1 mSv/jaar.
- De werkzaamheden in de cellen kunnen door middel van telemanipulatoren vanaf het bedieningspaneel worden uitgevoerd.

Adequate opsluiting van radioactieve bronnen

- 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 een uiteindelijke gecontroleerde afvoer naar de atmosfeer. De HAVA-VU heeft een eigen ventilatiesysteem.
- De bedrijfszekere toestand van het ventilatiesysteem wordt bereikt door redundante uitvoering van de ventilatoren, een noodstroomvoorziening en een noodpersluchtvoorziening (perslucht wordt gebruikt voor de regeling van het ventilatiesysteem).
- Telemanipulatoren zijn voorzien van een besmettingswerende kunststof omhulling (de zgn. booting).
- Aan- en afvoer van radionucliden geschiedt met behulp van gesloten containers.

Algemeen

- Teneinde uit een oogpunt van veiligheid ongewenste situaties te voorkomen, is een noodstroomvoorziening aangebracht voor de verlichting van vluchtroutes, het ventilatie-annex onderdruksysteem van de cellen, de voeding van de manipulatoren en de interieurverlichting van de cellen.

- Instrumentatie in vaste opstelling is aanwezig voor het detecteren en alarmeren in de volgende situaties:
 - hoge plaatselijke stralingsniveaus;
 - geheel of gedeeltelijk wegvallen van de onderdruk in opsluitingskasten en gebouwruimten;
 - optreden van luchtbesmetting in zowel cellucht- als gebouwlufterafvoerleidingen;
 - optreden van brand in opsluitingskasten en gebouwruimten.
- 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.
- Er is apparatuur beschikbaar voor het *in-situ* testen van filters.

Maatregelen binnen de HAVA-VU

Adequate afscherming van radioactieve bronnen

- De muren van de betoncellen zijn voldoende voor de maximaal verwachte bonsterkte, indien het stralingsniveau in de bedieningsruimte of de HAVA-hal hoger wordt dan het toegestane maximum wordt het alarm automatisch ingesteld.

Adequate opsluiting van radioactieve bronnen

In de cellen wordt niet met open splijtstof gewerkt.

Het vermijden van kriticiiteit

- Voor alle zones waar splijtstof kan worden gehanteerd zijn veilige maximum waarden vastgesteld voor de aanwezige hoeveelheid ²³⁵U-equivalent, of wordt uitgegaan van veilige geometrie (zie paragraaf 4.2).

6.1.2 Organisatorische maatregelen

Maatregelen HAVA-VU

Adequate afscherming van radioactieve bronnen

- Alvorens radioactieve bronnen binnen de HAVA-VU worden gebracht of de HAVA-VU verlaten, worden een dosismeting en een besmettingscontrole aan het oppervlak van de verpakking verricht. Het dosistempo aan het oppervlak mag het niveau van 10 mSv/h niet overschrijden.

Adequate opsluiting van radioactieve bronnen

- De absoluutfilters van het centrale ventilatiesysteem van de HAVA-VU worden periodiek getest en zonodig vervangen. De resultaten en vervangingen worden in een logboek geregistreerd.

Algemeen

- Veiligheidsgerelateerde wijzigingen aan installaties mogen conform vastgelegde procedures slechts met schriftelijke goedkeuring van de manager HCL tot stand worden gebracht.

- Alle radioactieve objecten en de voorgenomen werkwijzen aan deze objecten worden beoordeeld aan de hand van door de opdrachtgever verstrekte gegevens en getoetst aan de operationele waarden. Zonodig zal de manager HCL ter zake advies vragen van deskundigen binnen NRG en/of de Reactorveiligheidscommissie.
- 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 HCL bevoegd verklaarde medewerkers.
- Verantwoordelijkheden ten aanzien van de veiligheid en het optreden in normale en noodsituaties, zijn vastgelegd in het "Algemeen Voorschrift Veiligheid, Gezondheid, Welzijn en Milieu" en de Interne Noodorganisatie OLP (INO).
- Periodiek wordt de bedrijfsvoering van de HCL en dus ook van de HAVA-VU en de hieraan gekoppelde veiligheid beoordeeld. Deze beoordeling wordt onder andere gebaseerd op de resultaten van interne audits, veiligheidsregistraties, verbetervoorstellen, stralingsregistraties, etc.
- Naast de hierboven genoemde organisatorische maatregelen, bevorderen alle onder het management systeem vallende regelingen een veilig bedrijf van de HAVA-VU.

Maatregelen binnen de HAVA-VU

Beperking van de hoeveelheden radioactief materiaal

- De hoeveelheden splijtbaar materiaal en splijtingsproducten in de installaties worden beperkt met het oog op (zie ook hoofdstuk 4):
 - het optreden van criticiteit;
 - de warmteproductie door radioactief verval (de oppervlaktetemperatuur van splijstof-objecten in een betoncel dient niet hoger te zijn dan 140°C;
 - het dosistempo: de hoeveelheid radioactief materiaal mag geen aanleiding geven tot ontoelaatbare stralingsdoses;

Adequate afscherming van radioactieve bronnen

- Het verkeer van goederen en personen tussen zones in het gebouw en tussen het gebouw en de buitenomgeving is onderworpen aan speciale voorschriften terzake van besmettings- en stralingscontrole en preventie.

Adequate opsluiting van radioactieve bronnen

- Door een voldoende lange wachttijd in acht te nemen, wordt het door radioactief verval opgewekte vermogen van integrale experimenten beperkt tot waarden welke leiden tot voor de omhulling veilige temperaturen. De warmteafvoer wordt hierbij verondersteld plaats te vinden door natuurlijke convectorie en straling in stilstaande lucht bij 25°C.
- Grote hoeveelheden open (niet verpakte) splijstoffen worden niet toegelaten tot de HAVA-VU alleen sporen splijstof dat mogelijk tussen het 'gewone' radioactieve afval zit wordt toegestaan.

Het vermijden van kriticititeit

- Voor alle zones waar splijtstof kan worden gehanteerd zijn veilige maximum waarden vastgesteld voor de aanwezige hoeveelheid ^{235}U -equivalent.
- Indien in verband met de exploitatie deze voorgeschreven hoeveelheid voor bepaalde tijd moet worden overschreden, dient een veiligheidsanalyse te worden opgesteld dat de goedkeuring nodig heeft van de Reactorveiligheidscommissie. Essentieel in een dergelijke analyse zijn de maatregelen ter voorkoming van kriticititeit, zoals geometrische beperkingen (opslagconfiguratie) en de afwezigheid van specifieke moderatoren.
- De aan- en afvoer van splijtstof is aan regels onderhevig.

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 bedrijfsbrandweer 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 te activeren blussystemen tot de inzet van de (bedrijfs)brandweer.

Brandpreventie

Ter preventie van brand zijn de volgende basisregels van kracht:

- Er wordt in de cellen niet met open vuur gewerkt.
- Het toepassen van organische vloeistoffen met een vlampunt lager dan 30°C in cellen welke zijn voorzien van opsluitingskasten is niet toegestaan. Hiervan kan worden afgeweken uitsluitend ten behoeve van bijzondere werkzaamheden, van beperkte duur, op door de manager HCL schriftelijk vast te stellen voorwaarden, waartoe ten minste behoort de vervanging van luchtventilatie van de kast door spoeling met een inert gas en automatische afsluiting van de energietoevoer bij te hoge zuurstofconcentratie.
- Het toevoeren van brandbare gassen naar alle installaties is verboden, tenzij onder speciale, nader te bepalen voorwaarden.
- Indien gebruik van brandbaar materiaal toch vereist is, wordt eerst zoveel mogelijk ander brandbaar materiaal dat niet gebruikt hoeft worden, zoals tissues e.d., uit de betreffende cel verwijderd.

Branddetectie

Alle ruimten zijn voorzien van brandmelders, zie paragraaf 2.2.2.

Brandbestrijding

- Bij brandmelding via Centrale Meldingspost is de Bedrijfsbrandweer binnen zes minuten ter plaatse.
- Iedere medewerker kan via het alarmnummer een brandmelding doorgeven aan de Centrale Meldingspost.
- Er staan draagbare brandbestrijdingsmiddelen opgesteld op diverse plaatsen in de werkruimten; minstens één per werkruimte.
- De brandblusmiddelen worden jaarlijks gecontroleerd.
- Bij de installaties zijn hogedruk-brandhaspels aanwezig.
- Voor alle gebouwen zijn 'aanvalsplannen' en 'loop-routes' vastgelegd, aanwezig in de entree.

De betoncellen zijn uitgerust met een NEVAC-blussysteem. Het systeem wordt niet automatisch in werking gesteld, doch handmatig door middel van een drukknop (achter glas) die naast ieder celvenster is geplaatst. In geval van in werking stellen wordt het blusmiddel alleen geïnjecteerd in de cel waar de brand is. Voor de bestrijding van kleinere branden is iedere cel tevens uitgerust met een CO₂-systeem, dat eveneens handmatig bediend wordt.

6.1.4 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 'Algemeen Voorschrift Veiligheid, Welzijn, Gezondheid en Milieu (AV VGWM)'. De verdere detaillering van de INO is uitgewerkt in een uitvoeringsregeling, welke een integraal onderdeel van het Management Systeem uitmaakt.

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 uitvoeringsregeling

Gebaseerd op de INO zijn voor de HAVA-VU zijn dezelfde uitvoeringsregelingen geldig als voor de HCL opgesteld, waarin de locatiespecifieke verantwoordelijkheden, de bevoegdheden en de te nemen acties in geval van alarm en ongeval zijn vastgelegd. Dit noodplan is tevens een opgave van beschikbare ruimtes en middelen.

Het optreden van de brandweer binnen de HAVA-VU bij 'brand- en sluitrondes' en bij brand, is aan dezelfde regels gebonden betreffende de toegang tot gebieden met een potentieel verhoogd stralingsniveau en de te gebruiken brandbestrijdingsmiddelen als gelden voor de HCL-RL.

Melding en alarmering

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

6.2 Ongevalsituaties en gevolgenanalyses

In dit onderdeel van het rapport zijn de kansen op en gevolgen van de belangrijkste ontwerp- en buitenontwerpongevallen met de HAVA-VU beschreven. Uit de analyse blijkt dat het plaatsgebonden (individueel) risico als gevolg van ongevallen met de HAVA-VU voldoet aan de door de overheid gestelde eisen.

Ten aanzien van gebeurtenissen met externe oorzaken, zoals aardbevingen, dient de integriteit van de hotcellen gehandhaafd te blijven.

De mogelijke uitwerking van de in deel 1 omschreven ontwerpaardbeving met maximale intensiteit, is nader beschouwd in overeenstemming met de IAEA-criteria voor gesimplificeerde evaluatie van het aardbevingsrisico van het RL. Hierbij is gebleken dat onder de beschouwde condities de integriteit van de hotcellen behouden blijft.

6.2.1 Ongevalsituaties

In deze paragraaf de ongevalsituaties beschreven die zich in de HAVA-VU kunnen voordoen.

De schatting van de in deze paragraaf genoemde kansen en gevolgen (in paragraaf 6.2.2) is niet gebaseerd op een volledige probabilistische risicoanalyse maar op basis van een door de IAEA opgestelde lijst met gepostuleerde begingebourtenissen aangevuld met een schatting van kansen dat zo'n gepostuleerde begingebourtenis zal optreden. Daarnaast is een schatting gemaakt van de faalkans van de veiligheidssystemen die bij een aantal van de gepostuleerde begingebourtenis de gevolgen van hun optreden moeten mitigeren. Op basis van deze systematische wijze van analyse wordt inzicht verkregen welk ongeval een grotere waarschijnlijkheid van optreden heeft en welke hoeveelheden radioactieve stoffen en straling hierbij vrijkomen. De opzet en het wettelijke kader van de ongevalanalyses is in deel 1 nader beschreven.

De hier omschreven ongevallen zijn onder te verdelen in twee categorieën:

- ontwerp-ongevallen: in het ontwerp van de HAVA-VU zijn voorzieningen getroffen om deze ongevallen te voorkomen en om de gevolgen ervan te beperken;
- buitenontwerpongevallen: in het ontwerp van de HAVA-VU is geen rekening gehouden met het optreden hiervan, omdat de zeer kleine kans van optreden van deze ongevallen dit rechtvaardigt.

In de tabellen 2 en 3 zijn de potentiële ongevallen onderverdeeld in deze twee groepen.

Ontwerpongevallen

De grootste hoeveelheid niet-geconditioneerd en niet (volledig) verpakt radioactief materiaal bevindt zich in de Sorteercel. In de HAVA-Canistercel is alleen in afgesloten vaten verpakt radioactief materiaal aanwezig.

De inleidende gebeurtenissen met interne oorzaak die tot het vrijkomen van radioactieve stoffen vanuit de sorteercel kunnen leiden, zijn:

- (1) Een foutieve handeling ('menselijk falen') gevolgd door het falen van het insluissysteem van de Sorteercel waarbij een WSF-vat op de sorteertafel met radioactieve stoffen valt en stofvormig afval in de cel vrijkomt, in combinatie met het falen van de filtersystemen.
- (2) Het ontstaan van een brand in de sorteercel tijdens het sorteren van HAVA/MAVA en inpakken van HAVA en MAVA, in combinatie met het falen van de brandblusinstallatie.

Bij ongevalsscenario (1) leidt tot vrijkomen van een hoeveelheid radioactief stof dat bij volledig falen van de filtersystemen vanuit de ventilatie uitlaat in de buitenlucht vrijkomt.

Bij ongevalsscenario (2) leidt brand in de sorteercel, in het bijzonder als de brandblusinstallatie faalt, tot een volledige verbranding van het brandbare (papier) HAVA/MAVA en bij aanhoudende brand tot een zodanig hoge temperatuur dat hierbij ook het ander HAVA/MAVA materiaal (metalen) in de cel vrijkomt. De brand kan ten slotte leiden tot het falen van de celinsluiting. Omdat in deze situatie de grootste hoeveelheid radioactieve stoffen kan vrijkomen, is een brand binnen de sorteercel het maatgevende ongeval. Dit ongeval zal als ontwerpongeval nader worden beschouwd. In paragraaf 6.2.2 worden de doses als gevolg van deze ontwerpongevallen berekend.

tabel 2 Ontwerpongevallen bij het RL

Nr.	Omschrijving	Kans per jaar
1.	Vrijkomen van radioactief stof door val van een WSF-vat op de sorteertafel met falen van de filters	$7.5 \cdot 10^{-5}$
2.	Brand in de sorteercel na falen van blusinstallatie met functionerende filters	$< 1 \cdot 10^{-4}$

Vrijkomen radioactief stof na vallen van een WSF-vat op de sorteertafel met falen filters

Verondersteld wordt dat door het overtreden van een werkvoorschrift een WSF-vat tijdens het insluizen in de sorteercel losschiet en op de sorteertafel met ongeconditioneerd HAVA/MAVA terecht komt waardoor stofvormig radioactief materiaal vrijkomt in de cel. Door falen van de filters in het ventilatiesysteem komt radioactieve stof in de buitenlucht vrij.

Bij vallen van het vat wordt het ongeconditioneerde HAVA/MAVA in de cel verspreid. Het is echter niet vooraf bekend welke fractie van de radioactieve stoffen als opwervend stof kan vrijkomen. Bij gebrek aan gegevens wordt vrijzetting van 1% van het materiaal in de vorm van verspreidbaar stof verondersteld (diameter < 0,1 mm). Een fractie hiervan zal uiteindelijk via de uitlaat van het ventilatiesysteem in de buitenlucht vrijkomen (1%).

Op basis van een maximum van 300 te verwerken WSF-vaten per jaar wordt de kans van optreden van dit ontwerpongeval geschat op $7.5 \cdot 10^{-5}$ per jaar. In deze kans is meegenomen het jaarlijks te verwerken aantal vaten, en de kansen van optreden van, menselijke fouten, het vallen van een WSF-vat en dat het daarbij vrijkomende stof door de filters heen komt.

Brand in de sorteercel met functionerende filters

Bij deze gebeurtenis wordt verondersteld dat brand ontstaat in de sorteercel en dat het (handmatige) NEVAC systeem/CO₂-systeem faalt, waardoor de brand aanhoudt en zich uitbreidt. De filters in het celventilatiesysteem blijven functioneren en een kleine hoeveelheid radioactief stof en damp komt na het filteren van de rookgassen, via de ventilatie uitlaat vrij in de omgeving. Een Sorteercel kan de inhoud van 20 WSF vaten bevatten. Tevens wordt verondersteld dat ook het deel dat al in het HAVA blik en MAVA binnenvat aanwezig is door de brand zal worden aangetast. De kans op het ontstaan van brand in de sorteercel is niet uitgesloten. In de cel is elektrisch apparatuur, waaronder motoren (zaagmachine) aanwezig en een deel van het te sorteren HAVA/MAVA is brandbaar (papier, plastic).

Verbranding van radioactief besmet materiaal, leidt tot een emissie van radioactieve rookgassen en radioactieve damp. Bij normaal functioneren van de veiligheidsvoorzieningen wordt de brand binnen enkele minuten geblust zodat slechts een kleine fractie van het brandbaar verbrandt en de emissie beperkt blijft. Bij een aanhoudende brand waarbij al het aanwezige brandbaar materiaal verbrandt, kan de temperatuur zo hoog oplopen, dat ook metallisch HAVA/MAVA en metaaloxiden worden aangetast en waardoor ook activiteit van dit type materiaal vrijkomt in de cel. De kans dat de brand alsnog niet tijdig wordt geblust, wordt kleiner dan 50% geschat. De kans op een brand die niet snel wordt geblust wordt geschat op $< 10^{-4}$ per jaar.

De lucht uit de betoncellen, de HAVA-hal en andere technische ruimten en de lucht uit de bedieningsruimte wordt via filtersystemen en ventilatoren afgezogen en bewaakt. De lucht komt via een inlaatfilter/ventilator in het gebouw. Er zijn twee ventilatie systemen. Het eerste systeem met het grootste debiet zorgt voor de ventilatie van de HAVA-hal, de technische ruimten en de bedieningsruimte (de gebouwventilatie). Het tweede systeem zorgt voor de ventilatie van de twee betoncellen en de MAVA-cel, die op onderdruk staan en opzichte van de HAVA-hal. De sorteercel staat op onderdruk ten opzichte van de andere twee cellen en heeft een extra filter en een eigen bewakingssysteem (tritium en ingevangen gamma-activiteit).

De filters zullen het radioactieve materiaal opvangen, behalve eventuele radioactieve edelgassen en tritium in de rookgassen. Deze laatste komen vrij bij een brand in de Sorteercel.

De lucht uit de drie cellen wordt door drie opeenvolgende filtersystemen geleid:

- Het eerste filtersysteem bestaat uit een metalen voorfilter (o.a. om vonken op te vangen) en (alleen bij de Sorteercel) een absoluutfilter om verspreiding van stof zoveel mogelijk tegen te gaan. Vanwege de kleine afstand tussen een brand in de sorteercel en dit absoluutfilter kan een goede werking van dit filter niet gegarandeerd worden. Daarom wordt aangenomen dat de rookgassen uit de Sorteercel dit filter kunnen passeren.
- Het tweede filtersysteem, evenals het filtersysteem van de ventilatie van de andere ruimtes van de HAVA-VU, bevindt zich op de verdiepingsvloer en staat meer dan 5 m van de drie cellen. Dit tweede filtersysteem bestaat uit een voorfilter en een HEPA-filter. Er is ruimte om eventueel een koelfilter achter het HEPA-filter te plaatsen. Er is een kans van 99% dat dit tweede filtersysteem naar verwachting functioneert bij een brand. Bij de gevolgenanalyses is een vangstfactor van minstens 99% gehanteerd.

Een complicatie is dat bij een aanhoudende brand in de sorteercel, de manchetten van de telemanipulators kunnen falen, waardoor rookgassen uit de cel in de bedieningsruimtes komen, of lucht (met zuurstof) vanuit de bedieningsruimte de cel binnendringt. De ventilatie houdt de sorteercel op onderdruk, zodat alleen lucht uit de bedieningsruimte de cellen binnendringt. Dit heeft geen effect op de grootte van de emissie. Wanneer de cel niet op onderdruk zou blijven, zal een deel van de rookgassen in de bedieningsruimte komen. Deze rookgassen worden dan afgevoerd via de gebouwventilatie.

Het maatgevende ongeval wat betreft vrijgekomen activiteit, is 'brand in de sorteercel' tijdens sorteren van HAVA/MAVA.

Buitenontwerpongevallen

Er is een aantal veronderstelde buitenontwerpongevallen geanalyseerd. Vier van deze ongevallen blijken maatgevend te zijn voor wat betreft de risico's van buitenontwerpongevallen, zie tabel 3. In paragraaf 6.2.2 worden de radiologische gevolgen en risico's van deze ongevallen berekend.

Brand in de sorteercel zonder functionerende filters

Dit ongeval treedt op als gelijktijdig met het eerder genoemde ontwerpongeval 'brand in de sorteercel' de filters van het ventilatiesysteem niet functioneren.

Er is een kleine kans dat deze filters niet operationeel zijn tijdens het ongeval. Een klein gedeelte van de tijd (naar schatting maximaal 1%) zijn de filters niet beschikbaar, bijvoorbeeld vanwege reparaties of onderhoud. Overigens zullen er in zo'n periode geen werkzaamheden in de cellen plaatsvinden, zodat 1% een overschatting is van de kans dat de filters niet werken tijdens een brand in de cellen.

Een andere mogelijkheid (met een vergelijkbare kans van 1%) is dat het ventilatiesysteem uitvalt of uitgeschakeld wordt wanneer rookgassen de bedieningsruimte binnendringen. Na enige tijd verdwijnt de onderdruk uit het gebouw, waardoor de rookgassen (en daarin radioactieve stoffen) door bijvoorbeeld kieren van deuren en ramen naar buiten kunnen lekken. In dit geval is de emissie kleiner dan wanneer de ventilatoren blijven werken. Daar de kans ongeveer gelijk is, is het ongeval met werkende ventilatoren maatgevend.

Vanwege het falen van de filters zal in vergelijking met het eerder genoemde ontwerpongeval 'brand in de sorteercel met functionerende filters', de ontsnappingsfracties van de niet gasvormige of dampvormige radionucliden naar de buitenlucht, een factor 100 groter zijn. De kans op een langdurige brand in de sorteercel is $< 10^{-4}$ per jaar. De kans op falen van het filtersysteem is kleiner dan 10^{-2} . De kans op deze ongevalsemissie vanuit de sorteercel naar de buitenlucht is dus kleiner dan 10^{-6} per jaar.

Neerstorten van een zwaar jachtvliegtuig op de installatie

Het neerstorten van een zwaar jachtvliegtuig op de HAVA-VU zal leiden tot vrijzetting van een groot deel van de radioactieve stoffen uit de betoncellen. De kans op dit ongeval is ongeveer $2 \cdot 10^{-8}$ per jaar. Andere ongevallen die leiden tot vrijzetting van radioactief materiaal, met uitzondering van de celbrand in combinatie met het falen van de filters, zijn minder waarschijnlijk en zullen niet tot significant grotere emissies leiden.

Verondersteld wordt dat door het neerstorten van het jachtvliegtuig, in het bijzonder door de inslag van de turbines, de betoncellen in de HAVA-VU zwaar beschadigd worden. Er breekt brand uit waardoor radioactieve materialen in deze cellen (inclusief de MAVA-cel) verbranden of door het vuur ernstig worden aangetast waardoor radioactieve stoffen vrijkomen. Naast de situatie dat alleen HAVA/MAVA in de betoncellen aanwezig zijn, is ook de situatie beschouwd dat het vliegtuig neerstort op het moment dat in de HAVA-canistercel ingeval splijtstofverpakkingen of uraanfilters in een MTR-2 container geladen worden. Omdat de MTR-2 container op dat moment open is kan brandende kerosine in de MTR-2 komen, waarbij een deel (5% tot 25%) van de aanwezige bussen worden beschadigd en de inhoud van de beschadigde bus gedeeltelijk vrijkomt. Opgemerkt wordt dat ingeval een MTR-2 container is afgesloten en een vliegtuig op of nabij de container zou neerstorten, er geen radioactieve stoffen uit deze container zullen vrijkomen.

Bij de analyse van de gevolgen van het neerstorten van een zwaar jachtvliegtuig zijn twee varianten onderscheiden: het neerstorten van een vliegtuig gevolgd door een 'kleine brand', vergelijkbaar met de celbrand (4a), of gevolgd door een 'grote brand' (4b). In dat laatste geval wordt verondersteld dat een groter deel van de aanwezige radioactieve stoffen door de brand wordt aangetast.

tabel 3 Buitenontwerpgevallen bij het RL

Scenario	Omschrijving	Kans per jaar
3.	Brand in de sorteercel zonder functionerende filters	$<1 \cdot 10^{-6}$
4a	Neerstorten van een zwaar jachtvliegtuig op de HAVA-VU: gevolgd door een 'kleine brand' tijdens sorteren	$2 \cdot 10^{-8}$
4b	Neerstorten van een zwaar jachtvliegtuig op de HAVA-VU: gevolgd door een 'grote brand' tijdens sorteren	$2 \cdot 10^{-8}$
4c	Neerstorten van een zwaar jachtvliegtuig op de HAVA-VU: gevolgd door een 'kleine brand' tijdens inpakken MTR-2	$2 \cdot 10^{-8}$
4d	Neerstorten van een zwaar jachtvliegtuig op de HAVA-VU: gevolgd door een 'grote brand' tijdens inpakken MTR-2	$2 \cdot 10^{-8}$

6.2.2 Ongevalconsequenties

Het berekeningsmodel

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 verontreinigt raken.

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

Ontwerpongevallen

Het ontwerp van de sorteercel is zodanig dat bij een val van een WSF vat op het te sorteren HAVA/MAVA een klein deel van het afval zal wegslingeren. De hoeveelheid radioactieve stoffen die alsnog via het ventilatiekanaal in de buitenlucht vrijkomt, is zodanig beperkt dat deze emissie slechts tot geringe doses zal leiden. Tabel 4 geeft de 95-percentiel dosis bij dit veronderstelde ongeval.

tabel 4 Doses bij het ontwerpongeval 'vrijkomen van stof na val WSF-vat op sorteertafel met falend filter'

	Berekeningsresultaat	Norm bij 10^{-4} tot 10^{-6} per jaar
95-percentiel dosis voor volwassenen	< 1 mSv	100 mSv
95-percentiel dosis voor kinderen	< 2 mSv	40 mSv

De dosis op de schildklier als gevolg van dit ongeval blijft onder de grens van 500 mSv, het aanvullende criterium bij ontwerpongevallen.

Bij het tweede ongevalscenario is uitgegaan van een brand van circa 30 minuten in de sorteercel. De kans op een dergelijk ongeval is geschat op $< 10^{-4}$ per jaar. Tabel 5 geeft het resultaat van de dosisberekening en de norm voor dit ontwerpongeval, waarbij er van uitgegaan is dat de filters in de gebouwventilatie normaal blijven functioneren.

tabel 5 Doses bij het ontwerp ongeval 'celbrand in de sorteercel'

	Berekeningsresultaat	Norm bij 10^{-4} tot 10^{-6} per jaar
95-percentiel dosis voor volwassenen	20 mSv	100 mSv
95-percentiel dosis voor kinderen	34 mSv	40 mSv

De dosis op de schildklier als gevolg van dit ongeval blijft onder de grens van 500 mSv, het aanvullende criterium bij ontwerpgevallen.

De berekende doses bij de beschouwde ontwerpgevallen voldoen aan de door de overheid gestelde eisen.

Buitenontwerpgevallen

Bij de beschouwde buitenontwerpgevallen, zoals in tabel 3 aangegeven, is een potentiële bron van radioactief materiaal geïdentificeerd, namelijk het onverpakte HAVA/MAVA in de sorteercellen.

Bij de berekening van het risico van een brand binnen de sorteercel zonder functionerende filters, is uitgegaan van een kans van optreden van $< 1 \cdot 10^{-6}$ per jaar. Verder is net als bij de andere buitenontwerpgevallen, gerekend met een risicogetal van een 5% per Sv effectieve dosis met betrekking tot sterfte in 50 jaar na een ongeval (70 jaar in geval van een kind).

Bij de berekening van de risico's van de vliegtuigongevallen is uitgegaan van een kans van optreden van $2 \cdot 10^{-8}$ per jaar voor een vliegtuigcrash op de HAVA-VU. Verder is er rekening mee gehouden, dat bij het vliegtuigongeval er rekening mee gehouden wordt dat behalve sorteerwerkzaamheden ook laden van MTR-2 containers met splijtstofverpakkingen of uraanfilters kan plaatsvinden. Echter deze twee handelingen vinden niet gelijktijdig in de HAVA-VU plaats. Uit analyse blijkt dat een vliegtuigongeval tijdens het laden van splijtstofverpakkingen tot ernstiger gevolgen leidt dan hetzelfde ongeval tijdens het laden van uraanfilters. Om deze reden zijn de risico's gebaseerd op de situatie dat splijtstofverpakkingen in de MTR-2 worden geladen. Het multifunctionele individuele risico bij een grote brand is over het algemeen minder ernstig dan het gevolg van een ongeval met een kleine brand. Bij een grote brand worden de radioactieve stoffen hoger in de atmosfeer gebracht, waardoor ze over een groter oppervlak verspreid worden.

In tabel 6 zijn de maxima van de multifunctionele individuele risico's gegeven van de beschouwde ongevallen. In deze risico's zijn alle doses bij voortdurend verblijf verwerkt. De maximum ontvangen dosis wordt gedomineerd door de ingestiedosis, welke geheel vermeden kan worden.

tabel 6 Maximum MIR voor de kritieke groep (éénjarigen) bij buitenontwerpongevallen

Scenario	Maximum	Maximum per jaar	Bijdrage ingestie
3: celbrand zonder filters	150 m ten noordoosten (ONO)	$1.7 \cdot 10^{-8}$	32%
4a: vliegtuigongeval tijdens sorteren gevolgd door kleine brand	150 m ten noordoosten (ONO)	$6.7 \cdot 10^{-10}$	32%
4b: vliegtuigongeval tijdens sorteren gevolgd door grote brand a)	150 m ten noordoosten (ONO)	$< 6.7 \cdot 10^{-10}$	32%
4c: vliegtuigongeval gevolgd door kleine brand	150 m ten noordoosten (ONO)	$5.6 \cdot 10^{-10}$	61 %
4d: vliegtuigongeval gevolgd door grote brand b)	150 m ten noordoosten (ONO)	$9.3 \cdot 10^{-12}$	63 %

- a) Bij inslag van het vliegtuig op de HAVA-VU tijdens sorteren wordt verondersteld dat zowel de maximale inhoud van de Sorteercel als een in de HAVA-Canistercel gereedstaande HAVA-canister verbrand. De emissies bij een grote brand zijn hier niet groter dan bij een kleine brand, wel treedt bij een grote brand pluimstijging op waarbij de maximale dosis op grote afstand van de terreingrens wordt bereikt, die echter kleiner is dan de maximale dosis bij een kleine brand.
- b) De afstand vanaf de OLP waar het maximum risico voor kinderen wordt aangetroffen is ca 4 km..

tabel 7 Maximum MIR voor volwassenen bij buitenontwerpongevallen.

Scenario	Maximum	Maximum per jaar	Bijdrage ingestie
3: celbrand zonder filters	150 men noordoosten (ONO)	$1.5 \cdot 10^{-9}$	59%
4a: vliegtuigongeval tijdens sorteren gevolgd door kleine brand	150 m ten noordoosten (ONO)	$5.8 \cdot 10^{-11}$	59%
4b: vliegtuigongeval tijdens sorteren gevolgd door grote brand c)	150 m ten noordoosten (ONO)	$< 5.8 \cdot 10^{-11}$	59%
4c: vliegtuigongeval gevolgd door kleine brand	150 m ten noordoosten (ONO)	$2.2 \cdot 10^{-10}$	90%
4d: vliegtuigongeval gevolgd door grote brand d)	150 m ten noordoosten (ONO)	$2.2 \cdot 10^{-11}$	86 %

- c) Bij inslag van het vliegtuig op de HAVA-VU tijdens sorteren wordt verondersteld dat zowel de maximale inhoud van de Sorteercel als een in de HAVA-Canistercel

gereedstaande HAVA-canister verbrand. De emissies bij een grote brand zijn hier niet groter dan bij een kleine brand, wel treedt bij een grote brand pluimstijging op waarbij de maximale dosis op grote afstand van de terreingrens wordt bereikt, die echter kleiner is dan de maximale dosis bij een kleine brand.

- d) De afstand vanaf de OLP waar het maximum risico voor volwassenen wordt aangetroffen is ca 4 km.

Het maximale risico is kleiner dan 10^{-6} , waarmee het voldoet aan de door de overheid gestelde eisen.

7 Stralingsbescherming

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de specifieke implementatiekenmerken voor de HAVA-VU. 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 van het Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten.

7.1 Stralingshygiënische voorzieningen

Ontwerpvoorzieningen

Bij de HAVA-VU 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.

Ontwerp apparatuur

Bij het ontwerpen van apparatuur staat het ALARA-beginsel centraal. De apparatuur moet optimaal bruikbaar zijn, doch dient tevens voldoende bescherming te bieden tegen straling en besmetting.

Voor elk apparaat geldt dat het geen aanleiding mag geven tot verminderde afscherming, langere verblijftijden voor de medewerkers of contact met radioactief materiaal. Hiermee wordt bij het ontwerp rekening gehouden door faalgevoelige componenten zo veel als mogelijk buiten de cel te positioneren.

Indeling van gebouw in stralingszones

De HAVA-VU is onderverdeeld in 4 zones waar verschillende regels betreffende stralingsbescherming gelden, te weten (in volgorde van toenemend besmettingspotentieel):

- niet-radiologische zone;
- gecontroleerde zone;
- gecontroleerde zone met extra toegangsbeperking;
- gecontroleerde zone met toegangsverbod. In speciale gevallen, bijvoorbeeld schoonmaken van de cellen, kan een dergelijke zone, na toestemming van de manager HCL, worden betreden.

De indeling van de stralingszones is vastgelegd in overleg met de Algemeen Stralingsdeskundige.

7.2 Maatregelen met betrekking tot stralingsbescherming

7.2.1 Maatregelen bij de behandeling van radioactief afval

Het laagactieve afval, in standaardvaten, geeft in het algemeen geen aanleiding tot een verhoogde persoonsdosis. Bij de behandeling van het overige radioactief afval vindt geen significante

blootstelling aan straling plaats omdat het afval zich slechts òf in een cel òf in een afschermend vat kan bevinden.

Bij het verwijderen of vervangen van filters uit de cellen kan zich wel een blootstelling voordoen, doch deze is zeer gering daar het dosistempo aan het oppervlak in principe nooit meer dan 2 mSv/uur bedraagt. Deze werkzaamheden worden in drukpak uitgevoerd.

7.2.2 Afscherming

De afscherming van de stralingsbronnen in de HAVA-VU is van primair belang bij het toepassen van het ALARA-beginsel. De bedrijfservaring in het RL van de HCL heeft geleerd dat buiten de radiologische zones de ontvangen dosis kleiner is dan 1 mSv per jaar.

Daar waar de afscherming geopend kan worden, is deze voorzien van een 'shutter' met een slot waarvan de sleutels in het bezit zijn van enkele bevoegde personen. De afscherming kan daardoor niet abusievelijk worden geopend.

7.2.3 Ventilatie

De ventilatie is een middel om de accumulatie van zwevende radioactieve stoffen in het gebouw te verminderen; hiermee wordt ook het ALARA-beginsel nageleefd. In zowel de cellenventilatie als in de gebouwventilatie zijn monitoren ingebouwd, zodat de hoeveelheid radioactieve stoffen die het gebouw via de ventilatie verlaat wordt gecontroleerd.

De sorteercel en de HAVA-canistercel hebben een filterpakket bestaande uit een voorfiltersysteem dat de meeste stofdeeltjes vangt. Voor de ventilatoren bevindt zich een filterbatterij bestaande uit:

- absoluut filter
- restruimte
- absoluut filter

7.2.4 Meetapparatuur

In tabel 7 is weergegeven monitoren ten behoeve van stralings- en radioactiviteitsmetingen in de HAVA-VU aanwezig zijn en welke een alarmeringsfunctie hebben in het gebouwalarmsysteem.

Naast genoemde instrumenten is er een aantal draagbare meetapparaten aanwezig voor het bepalen van lokale stralingsniveaus en besmettingen. Verder zijn alle medewerkers uitgerust met ambtelijke persoonsdosimeters, die maandelijks worden uitgelezen.

tabel 8 Overige stralingsmeetapparatuur binnen de HCL

Omschrijving	Locatie	Alarmfunctie	Frequentie
gammamonitor	bedieningsruimten	ja	continu
portaalmonitor	uitgang HCL	ja	op aanspraak
continue luchtstofmonitor (2x) (cellen/gebouwen)	leidinggang	ja	continu
hand/voet monitor	voor toegang bedieningsruimte HAVA-VU en voor toegang HAVA-hal	ja	op aanspraak

7.2.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen

In de HAVA-VU worden de volgende persoonlijke beschermingsmiddelen gebruikt.

- Verse-luchtpakken: bij werkzaamheden in de cellen draagt de medewerker een verse-luchtpak om in- en uitwendige besmetting te voorkomen;
- Handschoenen: bij handelingen met potentieel besmette objecten worden rubber handschoenen gedragen, om besmetting te voorkomen;
- Overschoenen: juist gebruik hiervan is noodzakelijk om verspreiding van besmetting te voorkomen;
- Filtermaskers;
- Persluchtmaskers;
- Verse-luchtkappen, bestaande uit een transparante kunststof kap met een systeem om een lichte overdruk ten opzichte van de omgeving te handhaven;
- Diverse kledingstukken, zoals witte jassen, overalls, etc.

7.2.6 Toegangscontrole

De toegangssluis tot het bewaakte gebied van de HCL heeft een slot dat met behulp van een toegangskaart geopend kan worden, dit is tevens de toegang tot de HAVA-VU. De vaste medewerkers beschikken over een dergelijke kaart.

Toestemming tot het betreden van het bewaakte gebied wordt verkregen van de manager HCL of van daartoe door de manager HCL gemachtigde personen.

Indien iemand het bewaakte gebied voor het eerst betreedt, krijgt hij instructie inzake kleding, consumptie, vluchtroutes, alarm, etc.

In het aanwezigheidsregister wordt geregistreerd wie op welk moment het bewaakte gebied in/uit is gegaan en welke dosimeter is gebruikt.

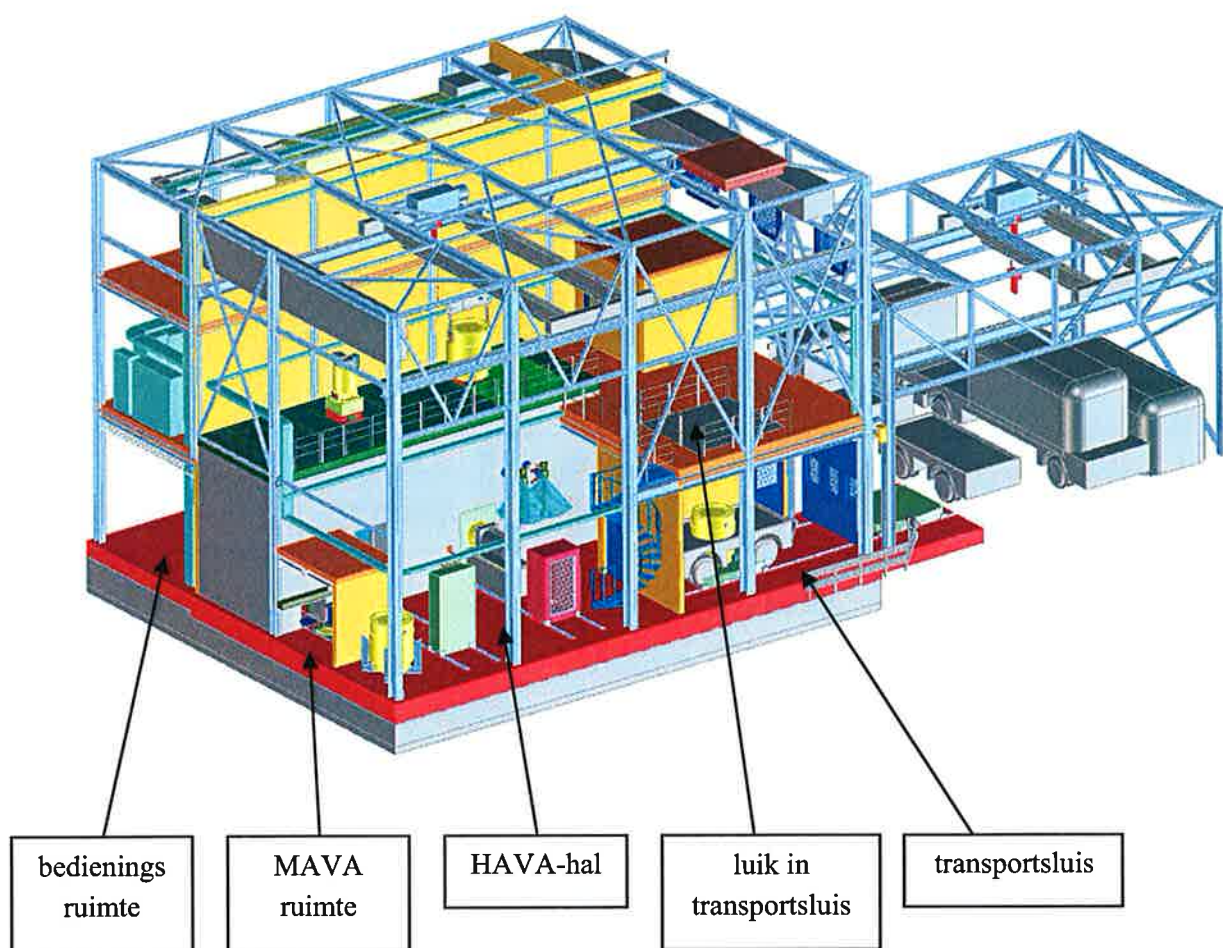
7.3 Registratie van de persoonsdoses

De dosis die personen ontvangen wordt op verschillende manieren gemeten. In de radiologische zones dienen personen een dosimeter te dragen. Deze wordt geanalyseerd, waarna de gemeten waarde wordt geregistreerd en bewaard. Indien een te hoge dosis is geconstateerd, wordt een onderzoek ingesteld en worden maatregelen genomen.

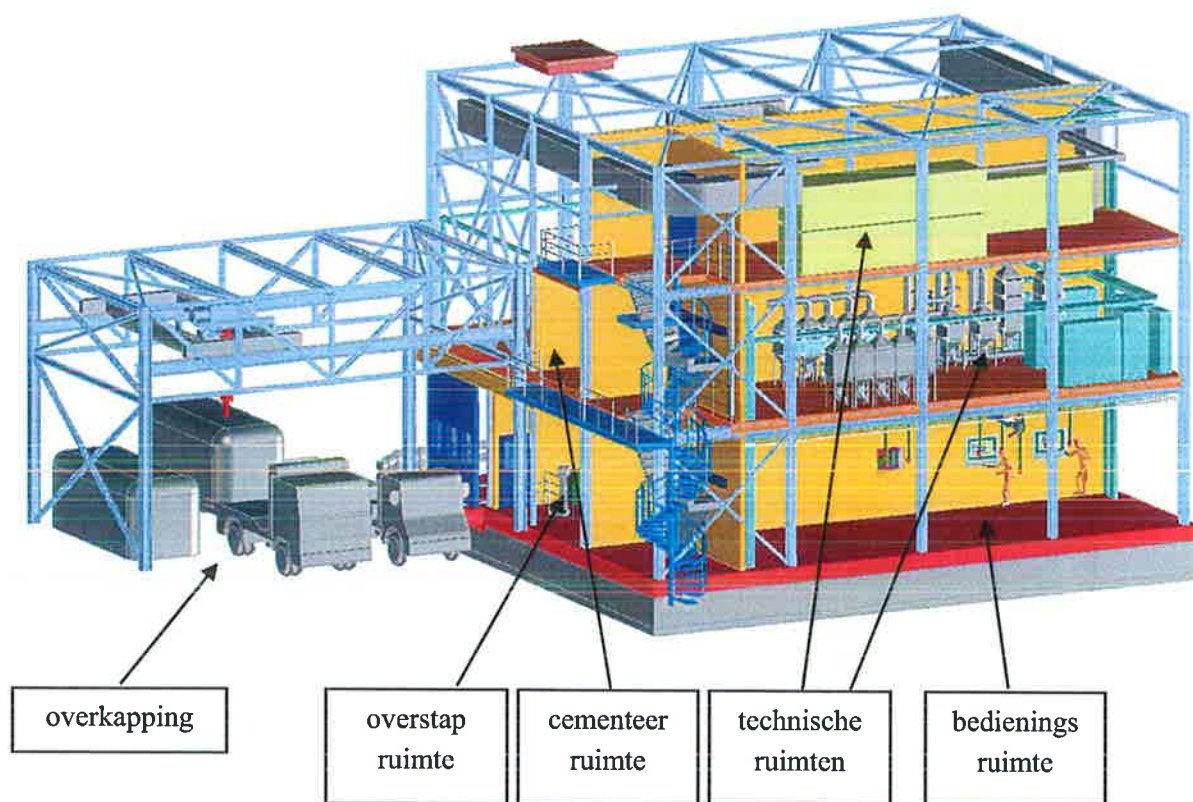
7.4 Opleiding en instructie met betrekking tot stralingsbescherming

Alle nieuwe werknemers van de HCL en dus ook van de HAVA-VU 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 opleiding van de deelnemer. Tevens vinden regelmatig herhalingscursussen plaats om de kennis van de medewerkers op peil te houden. Centraal wordt geregistreerd wie welke opleiding heeft gevolgd.

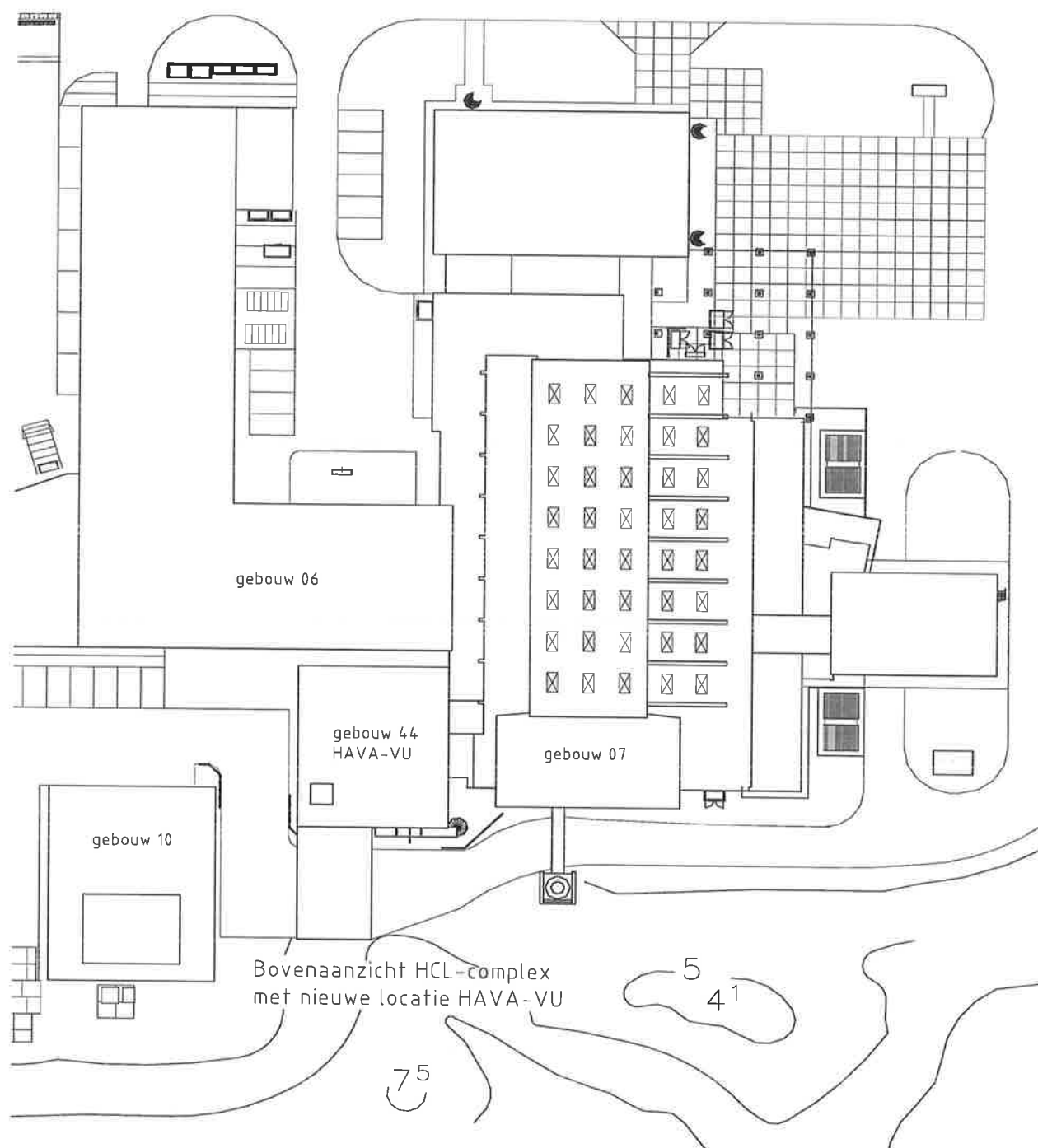
Figuren



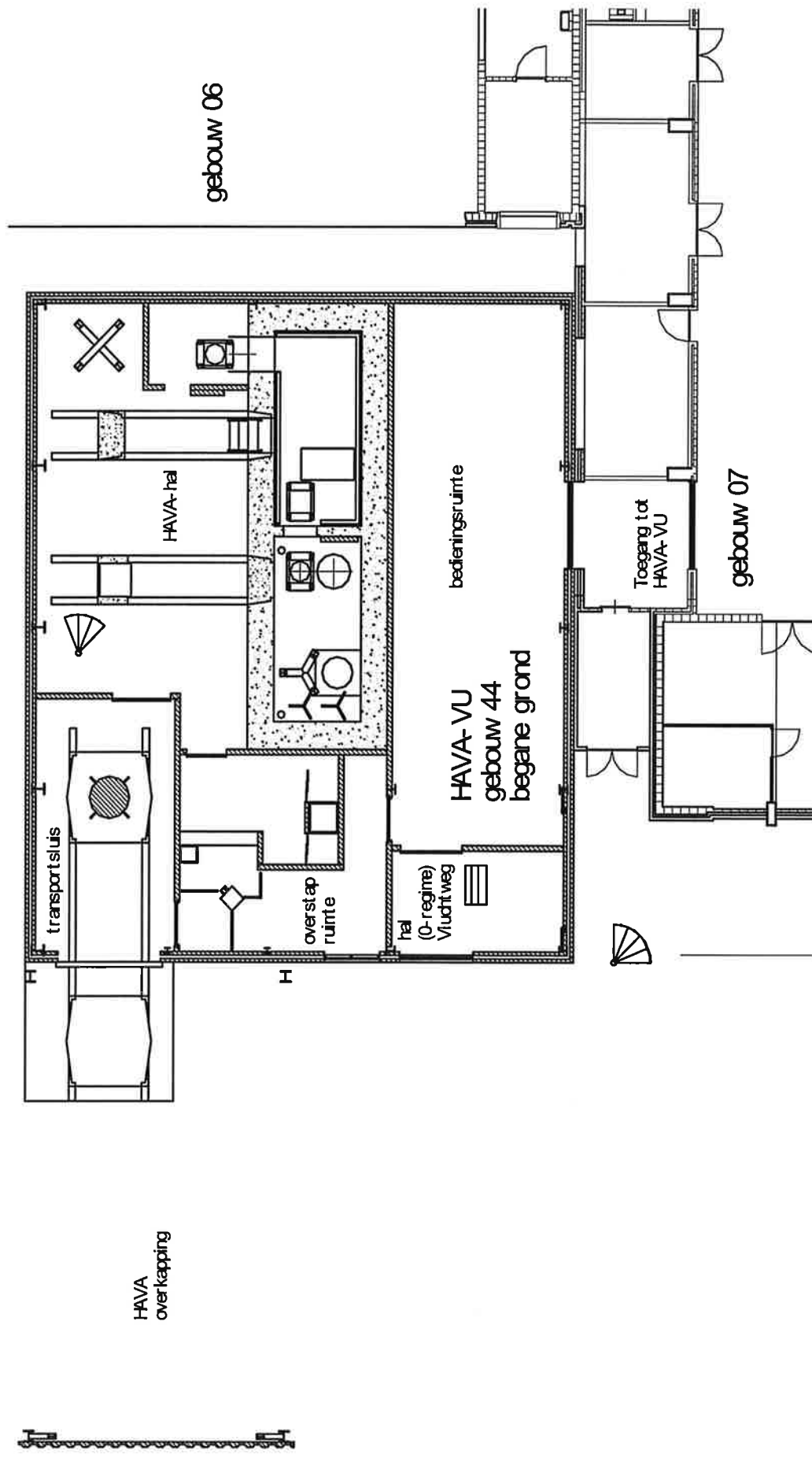
figuur 2 Schematische voorstelling achter/zijaanzicht doorsnede HAVA-VU



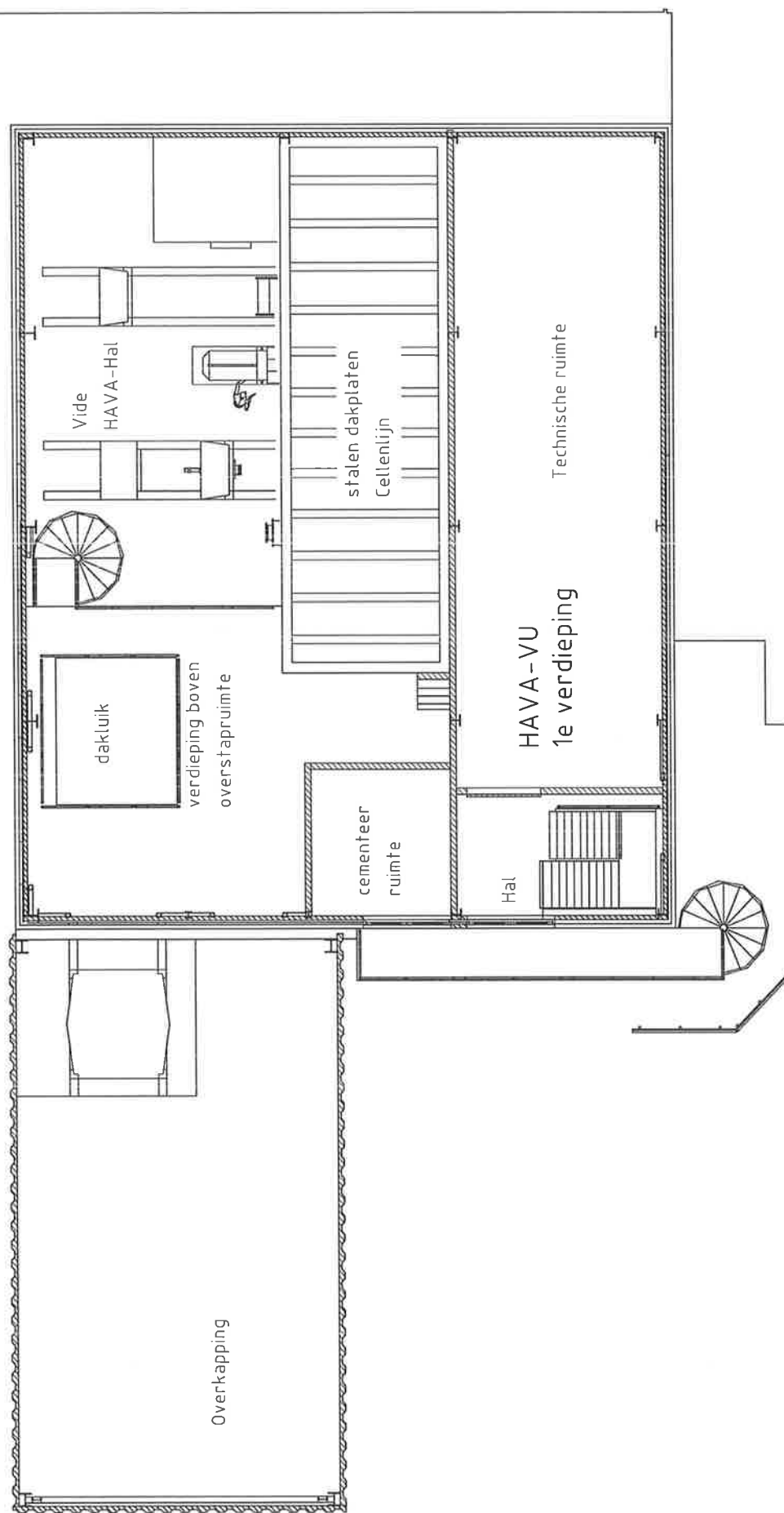
figuur 3 Schematische voorstelling voor- en zijaanzicht HAVA-VU



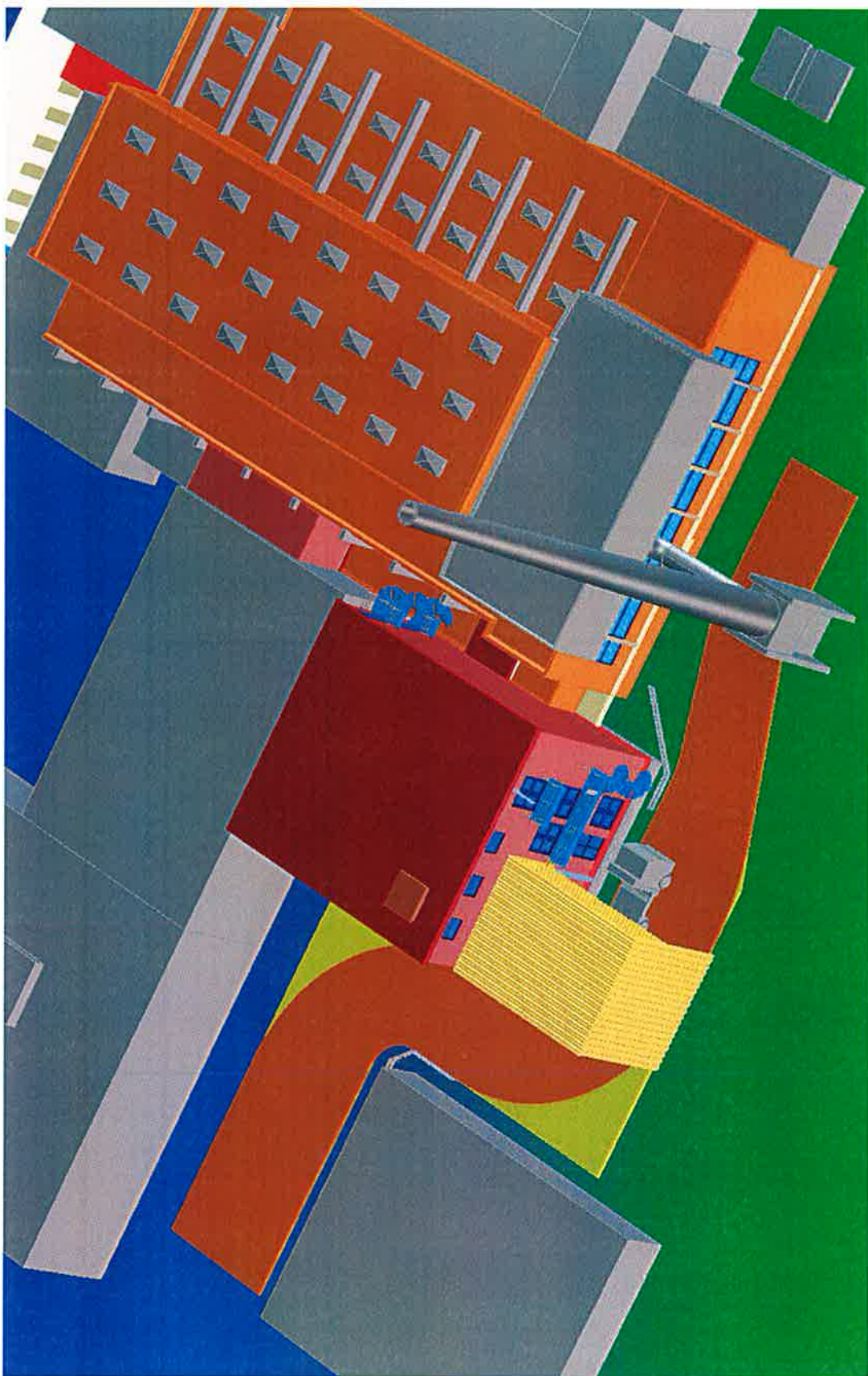
figuur 5 Bovenaanzicht van de HAVA-VU, het RL en de MPF



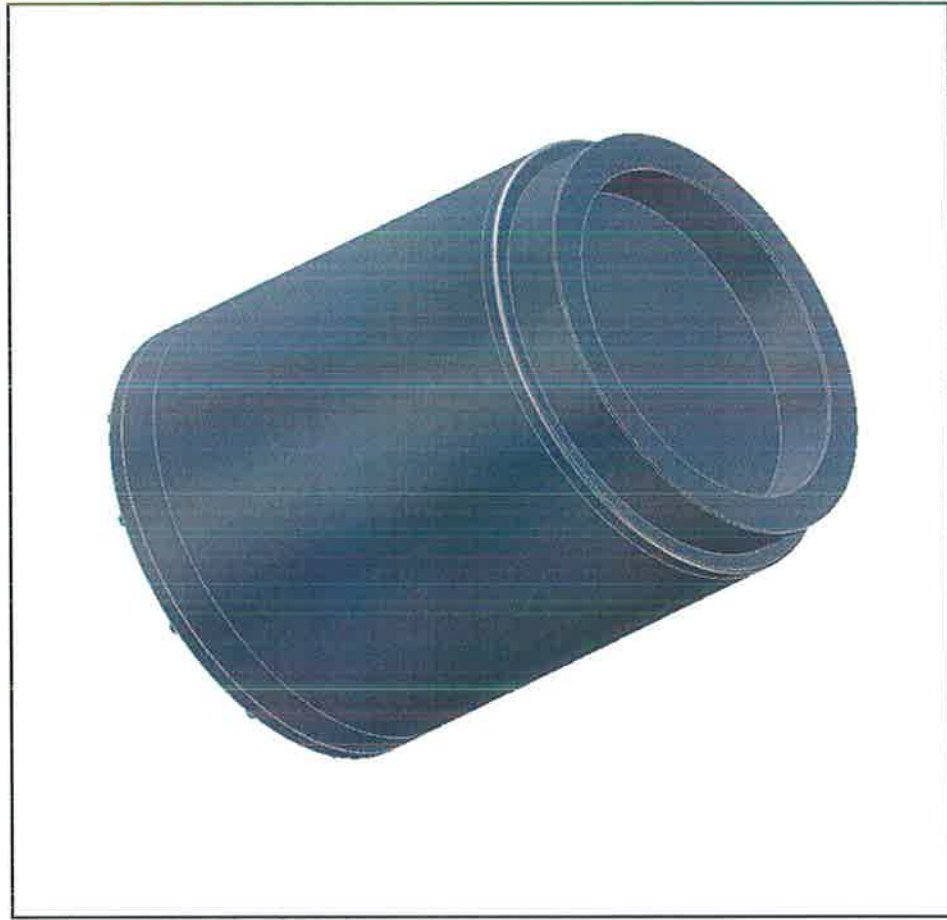
figuur 6 Plattegrond van de benedenverdieping van de HAVA-VU



figuur 7 Plattegrond van de eerste verdieping van de HAVA-VU

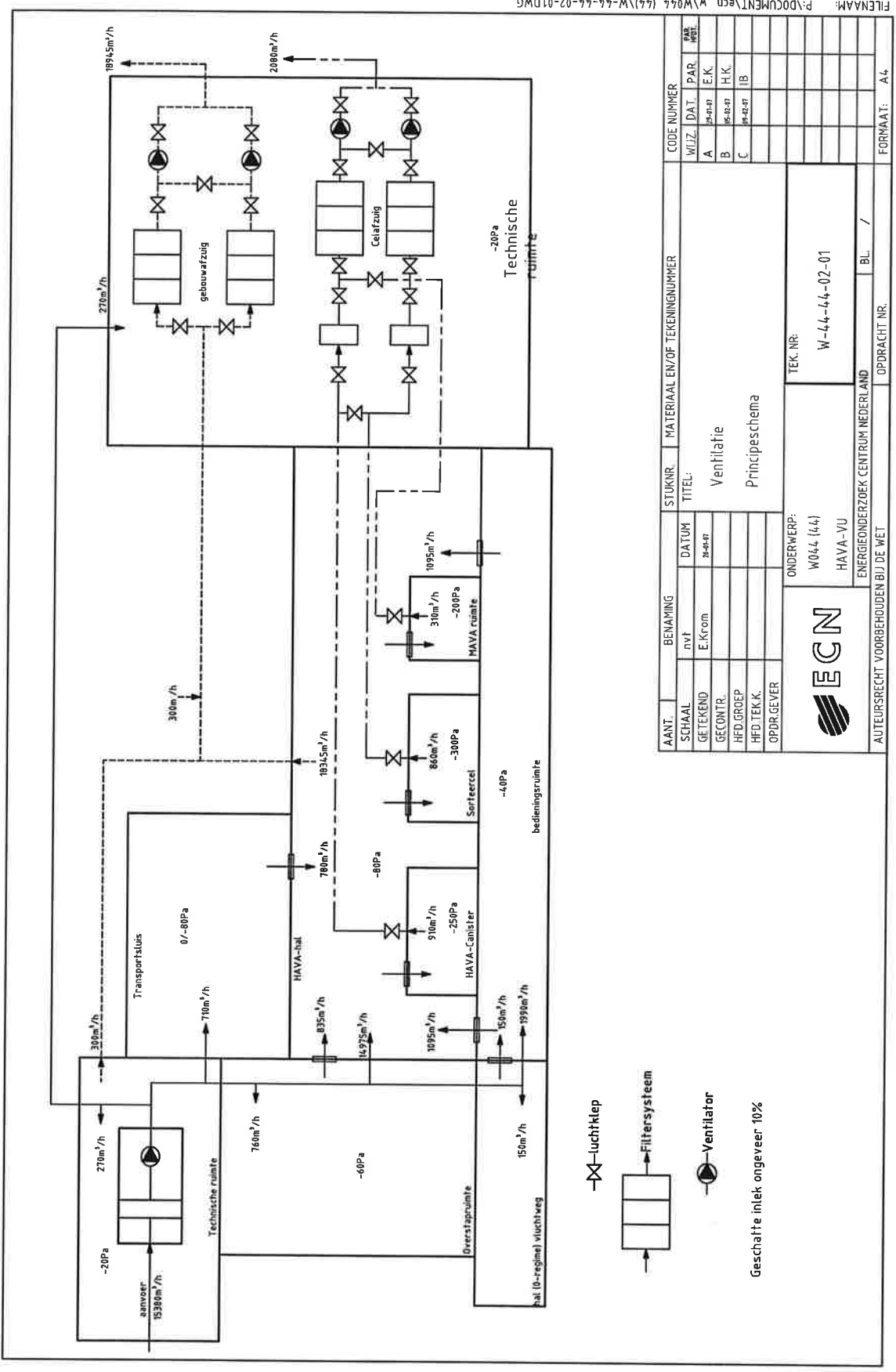


figuur 8 *Artist impression* Gevelaanzicht oost HAVA-VU (schoorsteen is van HCL)



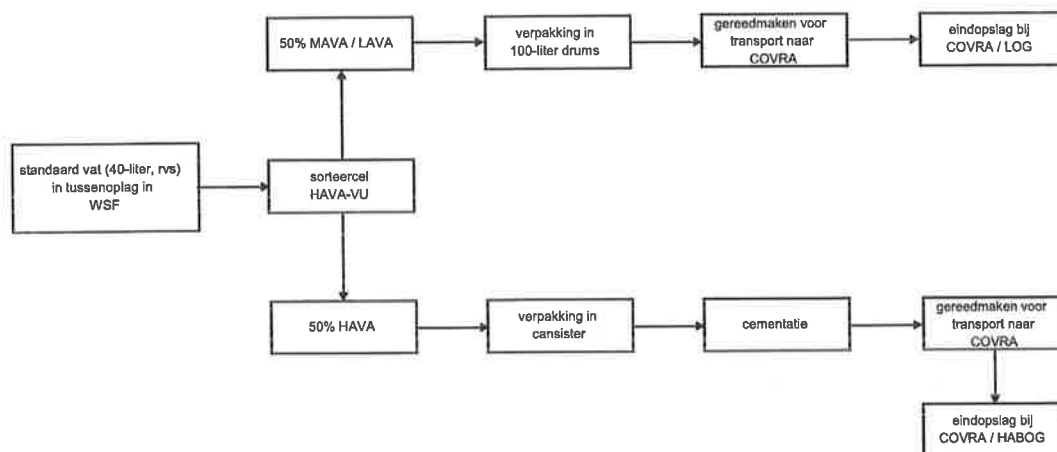
figuur 9 *Artist impression van de HAVA-canister*

FILENAAM: P:\DOCUMENT\ecn\w\w044 (44)\w-44-44-02-01.DWG

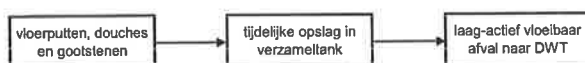


AANT.		BENAMING		STUKNR.	MATERIAAL EN/OF TEKENINGNUMMER		CODE NUMMER			
SCHAAL	nvt	DATUM		TITEL:				WIJZ.	DAT.	PAR.
GETEKEND	E.Krom	24-04-97		Ventilatie				A	24-04-97	E.K.
GECONTR.				Principeschema				B	06-02-97	H.K.
HFD GROEP								C	06-02-97	I.B.
HFD TEK K.										
OPDR.GEVER										
		ONDERWERP:		TEK. NR:						
		W044 (44)		W-44-44-02-01						
		HAVA-VU								
AUTEURSRECHT VOORBEHOUDEN BIJ DE WET				ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND		BL.		/		FORMAAT: A4

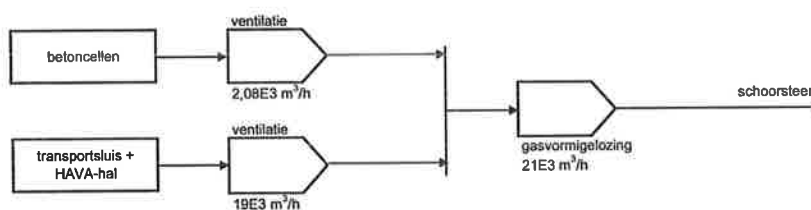
figuur 10 Principeschema van het ventilatiesysteem van de HAVA-VU



figuur 11 Schema vast radioactief afval HAVA-VU



figuur 12 Schema vloeibaar radioactief afval HAVA-VU



figuur 13 Schema gasvormige emissies HAVA-VU