sck cen

Registered Office
Herrmann-Debrouxlaan 40
1160 Brussel – Belgium

Foundation of Public Utility
VAT BE 406.568.867

Research Centres
Boeretang 200
2400 Mol – Belgium

Chemin du Cyclotron 6
1348 Ottignies-Louvain-la-Neuve – Belgium

Reference N°	Creation Date	
SCK CEN/36421604	2020-06-29	
Alternative Reference N°	Revision	Version
N/A	4.0	11.0
ISC	Revision Status	
Restricted	Approved	

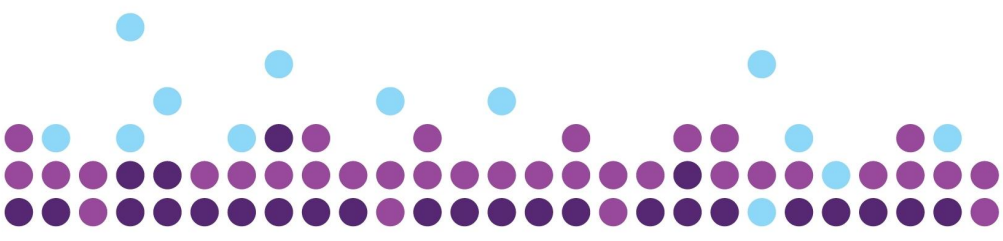
7. RECUMO - Deeldossier Afval.docx

Authors*
XXXX

Approval information for current revision*		
Name	**Outcome**	**Date**
XXXX	Approved	2020-06-29
XXXX	Approved	2020-06-29
XXXX	Approved	2020-06-29

Change log*				
Revision	**Version**	**Status**	**Date**	**Description of change**
4.0	11.0	Approved	2020-06-29	
3.0	10.0	Approved	2020-03-11	
2.0	6.0	Approved	2020-02-04	Toevoeging van Deel 1 - hoofdstuk 6: Opslag radioactief afval
1.0	0.1	Approved	2019-12-16	Samenstelling van het deeldossier

**This automatically generated cover page shows references and workflow status information as were available in the Alexandria document management system on 2020-06-29. Please refer to Alexandria for current and complete metadata, or to the document contents and/or author for additional information.*



STUDIECENTRUM VOOR KERNENERGIE
CENTRE D'ETUDE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

Preliminary Safety Assessment Report

RECUMO

Deeldossier Radioactieve afvalstoffen en Ontmanteling

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

NOTE: English translations are for information only. All legal background of this information is based on the Dutch text.

1. Dit document is gecategoriseerd als "Niet gecategoriseerd - NUC" (Wet van 15 April 1994).

Dit document is niet gecategoriseerd volgens de wet van 15 april 1994.Dit document is niet gecategoriseerd volgens de wet van 15 april 1994.Dit document is niet gecategoriseerd volgens de wet van 15 april 1994.Dit document is niet gecategoriseerd volgens de wet van 15 april 1994.e wet van 15 april 1994.Dit document is niet gecategoriseerd volgens de wet van 15 april 1994.Dit document is niet gecategoriseerd volgens d

---

This document is classified as "Niet gecategoriseerd - NUC" ("Not categorized - NUC") according to the Belgian Law of 15 April 1994.

This document is not categorized according to the law of 15 April 1994.This document is not categorized according to the law of 15 April 1994.This document is not categorized according to the law of 15 April 1994.This document is not categorized according to the law of 15 April 1994.to the law of 15 April 1994.This document is not categorized according to the law of 15 April 1994.This document is not categorized according

Distributie:	zie tabel p. 5.
Overheid van oorsprong:	auteurs, goedkeurders zoals vermeld in tabel op p. 4

Bewaring van document:	De bestanden van de digitale versies van dit document moeten geëncrypteerd blijven zoals de originele versie, indien van toepassing.

Distribution:	see table on page 5.
Government of origin:	authors, reviewers as mentioned in table on page 4

Storage of document:	the files of the digital versions of this document must stay encrypted as in the original version, when applicable.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

© SCK CEN
Studiecentrum voor Kernenergie
Centre d'étude de l'énergie Nucléaire
Boeretang 200
BE-2400 Mol
Belgium

Phone +32 14 33 21 1 1
Fax +32 14 31 50 21

http://www.sckcen.be

COPYRIGHT RULES

All property rights and copyright are reserved to SCK CEN. In case of a contractual arrangement with SCK CEN, the use of this information by a Third Party, or for any purpose other than for which it is intended on the basis of the contract, is not authorized. With respect to any unauthorized use, SCK CEN makes no representation or warranty, expressed or implied, and assumes no liability as to the completeness, accuracy or usefulness of the information contained in this document, or that its use may not infringe privately owned rights.

SCK CEN, Studiecentrum voor Kernenergie/Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire
Stichting van Openbaar Nut – Fondation d'Utilité Publique - Foundation of Public Utility
Registered Office: Avenue Herrmann Debroux 40 – BE-1 160 BRUSSEL
Operational Office: Boeretang 200 – BE-2400 MOL

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Document Approval

	Name	Signature
Author:	XXXX MWL	Digitally signed
Approved by:	XXXX RECUMO Project Manager	Digitally signed
Approved by:	XXXX RECUMO Project Director	Digitally signed
Approved by:	XXXX Fysische Controle	Digitally signed
Approved by:	XXXX Hoofd IDPBW	Digitally signed

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Distribution List

Name	Expert Group/Unit	Number	Medium
FANC	XXXX	1	Digitaal
Bel V	XXXX	1	Digitaal
SCK CEN	-		Digitaal

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Inhoudsopgave

Afkortingen **8**

DEEL 1: RADIOACTIEVE AFVALSTOFFEN **9**

1 Radioactief afvalbeheer **10**

2 Algemeen radioactief afvalbeheer op het SCK CEN **11**
2.1 Nuclear Waste Management (BPR-NWM) 11
2.2 Evacuation of Radioactive Waste (BPR-EVA-120) 13

3 Afvalstromen en erkenningen **15**

4 Afvaltypen **17**
4.1 Standaard NGA-afvalstromen 17
4.2 Speciale NGA-afvalstromen 19

5 Afvalstromen **20**
5.1 Standaard laagactief afval met herkomst uitbating installatie 20
5.2 Standaard en speciaal afval afkomstig van de processtappen in de hotcellen 21
5.2.1 Vast middelactief (of hoogactief) afval 23
5.2.2 Hoogactief raffinaat (HAR) 25
5.2.2.1 Afvoer van het hoogactief vloeibaar afval naar BP (niet weerhouden) 30
5.2.2.2 Verdunnen van het hoogactief vloeibaar afval tot de categorie SPE/B08 (niet weerhouden) 31
5.2.2.3 Selectief verwijderen van bepaalde nucliden en afvoer van resterende vloeistof als SPE/B08 (niet weerhouden) 32
5.2.2.4 Niet-selectieve solidificatie van de afvalstroom (niet weerhouden) 32
5.2.2.5 Homogene cementering van de afvalstroom in RECUMO (weerhouden als back-up oplossing) 33
5.2.2.6 HAR/HLLW vitrificatie afvoerweg (weerhouden als oplossing) 34
5.2.2.7 Samenvatting betreffende de behandeling van HLLW: vitrificatie is gekozen 36
5.2.3 Laagactief waterig en organisch afval 36
5.3 Standaard laagactief bèta/gamma of alfaverdacht afval afkomstig van de processtappen in de handschoenkasten 37

6 Opslag radioactief afval en logistiek **40**
6.1 Logistieke bewegingen 41
6.2 Samenvatting opslag en logistiek 42

7 Conclusie **44**

8 Referenties **45**

DEEL 2: ONTMANTELING **46**

1 Kader **47**

2 Ontmantelingsstrategie **49**

3 Plan van aanpak van de ontmanteling **51**
3.1 Ontmantelingsplan 51
3.2 Fysische en radiologische inventaris van de RECUMO-installatie 53
3.3 Berekening van de ontmantelingskosten 54

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

3.4 Ontmantelingsvergunning 56
3.5 Ontmantelingsdossier 57

4 Organisatie van het ontmantelingsproject 60

5 Veiligheid en kwaliteit in de ontmanteling 61

6 Ontmantelingstechnieken 63
6.1 Inleiding 63
6.2 Ontmantelingstechnieken voor besmette objecten 63
6.3 Ontsmettingstechnieken 66
6.4 Speciale technieken : smelten 68
6.5 Demontagetechnieken voor niet-besmette objecten 69

7 Ontmantelingsafval 71
7.1 Inleiding 71
7.2 Beheer van materialen en afval 72
7.3 Meetmethoden voor de bepaling van de radiologische afvalcategorie van ontmanteling- en/of ontsmettingsafval en/of vrijgave 74

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Afkortingen

ACRIA	Acceptatie criteria
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ARBIS	Algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen
BR2	Belgische Reactor 2
CBZ	Centrale BufferZone
D&D	Dismantling & Decontamination (eenheid binnen het SCK CEN)
DDS	Dubbel Deksel Systeem
FANC	Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle
GA	Geconditioneerd Afval
HAR	High Active Raffinate/ Hoog Actief Raffinaat
HEU	Highly enriched uranium
HLLW	High Level Liquid Waste
HPH	Health Physics
IAEA	International Atomic Energy Agency
IDPBW	Interne Dienst Preventie en Bescherming op het Werk
IMS	Integrated Management system
IRE	Institute for Radioelements
LEU	Low enriched uranium
MER	Milieueffectrapport
MWL	Management of Waste and Liabilities
NIRAS/ONDRAF	Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen/ Organisme National Belge des Déchets Radioactifs et des Matières Fissiles enrichies
OLC	Operating Limits & Conditions
PSAR/SAR	Preliminary Safety Assessment Report / Safety Assessment Report
R&D	Research and Development
RECUMO	Recovery of Uranium from Mo-99 Production
SCH	Scheikundegebouw
SCK CEN	Studiecentrum voor Kernenergie / Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire
TBP	Tri-butyl-phosphate

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

DEEL 1:
RADIOACTIEVE AFVALSTOFFEN

1 Radioactief afvalbeheer

De Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen, kortweg NIRAS, werd door de Belgische wetgever bij de wet van 1980.08.08, gewijzigd door de wet van 1991.01.11, belast met het beheer van al het radioactieve afval dat op Belgisch grondgebied wordt voortgebracht. NIRAS is verplicht de opdrachten die de wetgever haar heeft toevertrouwd uit te voeren in overeenstemming met de geldende reglementering. Voor het beheer van radioactief afval komt deze reglementering hoofdzakelijk uit internationale overeenkomsten, alsook uit aanbevelingen en richtlijnen van supranationale organisaties, zoals het International Atomic Energy Agency, het Nuclear Energy Agency en de Europese Unie. Op basis van deze overeenkomsten, aanbevelingen en richtlijnen heeft de Belgische overheid een wetgevend kader ingevoerd dat alle activiteiten in verband met het beheer van radioactief afval regelt. Dit kader wordt regelmatig aangepast aan de wetenschappelijke en technische evolutie, en aan de internationale normen.

De rol die NIRAS speelt bij het beheer van radioactief afval bestaat uit drie delen:

- de instelling houdt een kwantitatieve en kwalitatieve inventaris bij van al het huidige en toekomstige afval, met inbegrip van het afval afkomstig van de ontmanteling van nucleaire installaties;
- ze stelt een repertorium op van de lokalisatie en de staat van alle nucleaire installaties en alle sites die radioactieve stoffen bevatten en herziet het om de vijf jaar; deze opdracht wordt ook inventaris van de nucleaire passiva genoemd;
- ze stelt acceptatiecriteria vast en erkent de installaties, procedés en methodes die een rol spelen bij de karakterisatie en het beheer van het radioactieve afval.

De producenten passen een preventiebeleid toe om hun afvalproductie met alle redelijke middelen te beperken. Ze zijn tevens verplicht het afval dat ze produceren te identificeren en te sorteren naargelang hun kenmerken. De methodes die ze daarvoor gebruiken, moeten worden erkend door NIRAS (Koninklijk Besluit van 18 november 2002 houdende de regeling van de erkenning van uitrustingen bestemd voor de opslag, verwerking en conditionering van radioactief afval verplicht elke producent om zijn/haar methodes en (meet)uitrustingen voor het verpakken en karakteriseren van radioactief afval te laten erkennen).

De opname van radioactief afval afkomstig van het SCK CEN gebeurt volgens de bepalingen die vastgelegd zijn in een ophalingscontract afgesloten tussen SCK CEN en NIRAS.

Het bovenvermelde contract met NIRAS betreft afvalcontract met referentie CCHO 2018-0541/00/00 "Contrat SCK CEN /ONDRAF relatif a l'enlevement des dechets radioactifs" met de beschrijving van de technische en financiële modaliteiten om radioactief afval geproduceerd door SCK CEN te laten beheren door NIRAS. De startdatum van dit contract is 2019-01-01, de einddatum is de deklassering van de SCK CEN site. Periodiek worden de annexen aan dit contract geüpdatet (maximum on de 5 jaar).

De diensten van NIRAS in het kader van dit contract omvatten alle beheeractiviteiten voor het (niet-)geconditioneerd afval van het SCK CEN alsook de best mogelijke overeenkomst aan te bieden voor loten van speciaal afval.

Het contract dekt de afvoer van al het afval van het SCK CEN.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

2 Algemeen radioactief afvalbeheer op het SCK CEN

Het algemeen beheer van het radioactief afval op het SCK CEN werd geformaliseerd binnen het Integrated Management System onder beheer van de expertise groep "Dismantling, Decontamination and Waste (DDW)". Het omvat een aantal documenten (POL, SOP, kwalificatietabel, instructies, …) aangaande de keuze uit de mogelijke afvoerwegen van overtollige materialen als de volledige beschrijving van de formaliteiten die dienen uitgevoerd te worden indien de afvoerweg 'radioactief afval' wordt gekozen.

Het algemeen beheer werd uitgewerkt in het business process Nuclear Waste Management (BPR-NWM). Dit proces interageert zelf met een aantal andere business en applied processen op SCK CEN-niveau, enkele voorbeelden zijn het transport proces (BPR-NRS-1 14), het proces voor de behandeling van materialen (APR-DDW-121), de niet-destructieve analyse (APR-DDW-196), enzovoort.

Een IMS-proces is geen statisch geheel van documenten maar evolueert in de tijd. Zo werden recent een aantal documenten en subprocessen afgewerkt terwijl aan een aantal verder wordt gewerkt. Enkele voorbeelden zijn:

- Instructie: interne inspectie van afvalvaten (gefinaliseerd, NWM-INS-06)
- Integratie van opleidingen in het proces Uitwerken van het subproces BPR-NWM-195 Nuclear Material Accountancy (lopende)
- Uitwerken van het applied proces APR-DDW-141 Exploitation CBZ (Centrale BufferZone m.a.w. tijdelijke opslagzone afval, gefinaliseerd)

De processen en hun beschrijving zijn terug te vinden op de IMS-portal op de intranet website van het SCK CEN en zijn toegankelijk voor gans het personeel.

Het algemeen proces 'Beheer van radioactief afval' op het SCK CEN, zoals het vandaag terug te vinden is op de portal, bestaat specifiek uit een algemeen overkoepelend proces en een subproces:

1) Het algemene business proces Nuclear Waste Management (BPR-NWM) beschrijft het proces van sortering van de overtollige radioactieve materialen teneinde de meest veilige, erkende en economisch gunstige afvoerweg te bepalen, zijnde vrijgave, smelterij of radioactief afval.
2) Het subproces Evacuation of Radioactive Waste (BPR-EVA-120) beschrijft de technische en administratieve eisen om het afval te kunnen afvoeren naar NIRAS/ONDRAF.

Beide processen worden in volgende hoofdstukken kort toegelicht.

2.1 Nuclear Waste Management (BPR-NWM)

Het proces is van toepassing voor alle producenten die zich van overtollige materialen wensen te ontdoen.

Binnen dit proces werden volgende rollen gedefinieerd die instaan voor de correcte sortering van het nucleair materiaal en de bepaling van de meest gunstige afvoerweg:

- De **producent** zijnde de SCK CEN-medewerker die het overtollig nucleair materiaal produceert.

Het behoort tot de taak van elke producent om een preventiebeleid inzake radioactief afval na te leven. De basisprincipes hiervoor zijn:

- PREVENTIE: maak geen R.A. afval als het kan vermeden worden
- REDUCTIE: maak zo weinig mogelijk R.A. afval
- SELECTIE: zorg voor een duidelijke scheiding tussen R.A. en niet-R.A. afval

Bij productie van overtollig nucleair materiaal zorgt hij/zij in eerste instantie voor een goede sortering en identificatie van deze materialen. Hiervoor zijn de nodige instructies ter beschikking of kan er advies ingewonnen worden bij de gebouwcoördinator Radioactief Afval en/of de centrale afvaldienst "Management of Waste and Liabilities (MWL)" binnen de expertisegroep DDW. Het materiaal wordt vervolgens overgedragen aan de gebouwcoördinator Radioactief Afval.

- De **gebouwcoördinator Radioactief Afval** zal binnen zijn/haar gebouw of dienst instaan voor het verdere centraal beheer van de overtollige radioactieve materialen. Hij/zij staat o.a. in voor:
  - het informeren van de interne producenten aangaande de uitvoeringsmodaliteiten voor de selectie en verpakking van afval voor afvoer als R.A. afval naar de verwerker, naar smelterijen en als vrijgegeven materiaal
  - het in kennis stellen van de producenten van eventuele maatregelen die genomen worden om de afvalproductie te beperken
  - het beheer van de tijdelijke opslagplaats van nucleaire materialen
  - de bepaling van de (uiteindelijke) bestemming van het materiaal, eventueel in overleg met een coördinator radioactief afval van de eenheid MWL.
  - de karakteriseringsmethodologie die gevolgd zal worden (fysicochemisch & radiologisch)

  De gebouwcoördinator Radioactief Afval fungeert als tussenpersoon tussen MWL en de producent.

  In het geval dat vrijgave een mogelijkheid is wordt het business proces BPR-NRS-1 17 'Clearance of materials' geconsulteerd om een vrijgavemethodologie op te stellen.

- De **coördinator Radioactief Afval** van de eenheid MWL heeft binnen dit specifiek proces hoofdzakelijk een adviserende en controlerende rol. Hij/zij bepaalt mee de afvoerweg en mogelijkheden voor fysicochemische en radiologische karakterisatie van de materialen.

- De **agent stralingscontrole** voert binnen dit proces de nodige radiologische controles en metingen uit.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Het algemeen proces BPR-NWM zal ook van toepassing zijn op het RECUMO-project. Volgende acties kunnen nu al gedefinieerd worden die in een latere fase verder uitgewerkt dienen te worden:

- Opleiding van nieuwe medewerkers en bestaande operatoren i.v.m. de sortering en verpakking van de overtollige radioactieve materialen, de mogelijke afvoerwegen en de acceptatiecriteria voor de verschillende afvalcategorieën.
- Aanpassing/uitbreiding van het IMS-procesmodel en/of opstellen van bijkomende documenten, bijvoorbeeld specifieke sorteer instructies (INS).
- Aanstelling van een (bijkomende) gebouwcoördinator Radioactief Afval.

  Aangezien het RECUMO-gebouw binnen de bestaande perimeter van de gecontroleerde zone van SCH wordt opgebouwd kan geopteerd worden om de huidige gebouwcoördinator Radioactief Afval bijkomend verantwoordelijk te stellen voor het beheer van het overtollig nucleair materiaal afkomstig van RECUMO. Mocht dit te veel tijdsbesteding en middelen van deze persoon vergen dan dient hiervoor binnen het project iemand bijkomend aangeduid te worden.

- Opleiden en kwalificeren van deze gebouwcoördinator Radioactief Afval.
- Aanstellen van een coördinator Radioactief Afval binnen de eenheid MWL.

  Ook hier kan geopteerd worden om de bestaande coördinator voor SCH of een nieuwe persoon aan te stellen voor deze opdracht.

2.2 Evacuation of Radioactive Waste (BPR-EVA-120)

Dit proces, geldig voor alle producenten van nucleair afval op het SCK CEN, beschrijft de modaliteiten die noodzakelijk zijn voor de afvalacceptatie van het geproduceerde conforme afval door NIRAS. Het proces start met een met nucleair afval gevuld collo en eindigt met de voorbereiding van het collo naar een externe verwerker/conditioneerder in casu NIRAS/Belgoprocess.

Sinds het begin van de jaren tachtig heeft NIRAS geleidelijk aan een coherent beheersysteem ontwikkeld en toegepast voor de acceptatie van nucleair afval van Belgische producenten. In dit beheersysteem wordt met de onderlinge afhankelijkheid tussen de opeenvolgende stappen in het beheer van nucleair afval rekening gehouden via het acceptatiesysteem. Dit systeem heeft tot doel zich er bij elke stap van te vergewissen dat het radioactief afval kenmerken bezit die verenigbaar worden geacht met de eisen opgelegd door de latere stappen van het beheer.

Dit acceptatiesysteem bestaat uit 3 delen:

1. De opstelling door NIRAS van acceptatiecriteria (ACRIA) waaraan het niet-geconditioneerd en geconditioneerd afval moet voldoen en de bepaling van de voorwaarden voor de eigendomsoverdracht van het afval van de producent aan NIRAS. De acceptatiecriteria worden opgesteld op basis van de 'Algemene Regels' die NIRAS heeft uitgewerkt en zijn gebaseerd op exploitatievergunningen voor de verwerkings-, conditionerings- en opslaginstallaties voor dat afval, bepalingen van vervoersvergunningen en de oplossingen voor het langetermijnbeheer.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Het huidig acceptatiesysteem zal onder meer door het fenomeen gelcolli, de nieuwe Algemene Regels en de nieuwe bergingslimieten voortkomend uit het vergunningstraject van de oppervlakteberging (cAt) evolueren naar een toekomstig acceptatiesystem. Deze evolutie zal gestuurd worden door de aanpassing van de huidige ACRIA's en dit in 2 tijden.

- De eerste reeks ACRIA's (verbeterde ACRIA's genaamd) zullen opgesteld worden nadat alle vragen werden beantwoord op het veiligheidsdossier met betrekking tot de oppervlakteberging en de conformiteitscriteria gekend en vertaald zijn. De invoering van deze verbeterde ACRIA is momenteel voorzien in het tweede semester van 2020 wanneer de meetmethoden en limieten voor ASR- en DEF-bepaling door NIRAS zijn uitgeklaard en vastgelegd.
- De tweede reeks ACRIA's (finale ACRIA's genaamd) zullen opgesteld worden nadat de vergunning voor de oppervlakteberging toegekend is.

2. De erkenning, door NIRAS, van de methoden voor het bepalen van de radiologische inhoud en de fysicochemische kenmerken van het afval, de uitrustingen en procedés voor verwerking en conditionering van het (niet-)geconditioneerd afval en de erkenning van het opslaggebouw.

3. De acceptatie, door NIRAS, van de afvalcolli na de administratieve en technische verificatie van hun conformiteit met de toepasbare acceptatiecriteria. Dit gaat gepaard met de betaling van de kosten voor het beheer en met de eigendomsoverdracht van het afval aan NIRAS.

Voor het RECUMO-afval betekent dit:

- Dat er bij het ontwikkelen van het recyclageproces rekening moet gehouden worden met de evolutie van de toekomstige ACRIA's opdat er later conform afval kan geproduceerd worden zodat NIRAS dit afval op een vlotte manier kan accepteren. Een typisch voorbeeld zijn de cellulose houdende materialen die in de toekomst praktisch niet meer toegelaten worden in de niet-verbrandbare afvalstromen (waarde gaat van 2 kg naar 20 g per 200L collo).

  NIRAS organiseert op regelmatige tijdstippen via haar Sub Core group ACRIA-overlegmomenten met de verschillende afvalproducenten in België. Hier worden de producenten op de hoogte gehouden van de ontwikkelingen en hebben deze laatste ook een inbreng in de aanpassingen van de verschillende ACRIA's. De eenheid MWL zetelt in deze Sub Core group en kan de implicaties inschatten voor het RECUMO-project.

- Dat er door NIRAS ACRIA's kunnen opgesteld worden voor specifieke afvalstromen van het RECUMO-project.
- Dat de nieuwe installatie moet opgenomen worden in de huidige erkenningsdossiers van het SCK CEN. Vermits bij iedere wijziging in de ACRIA's in principe nieuwe erkenningsdossiers moeten ingediend worden en de definitieve ACRIA's eind 2020 verwacht worden, zal de RECUMO-installatie op dat ogenblik mee opgenomen worden.
- Dat, indien RECUMO overweegt geconditioneerd afval te produceren, er een specifiek erkenning voor het conditioneringsproces moet verleend worden.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

3 Afvalstromen en erkenningen

Door de huidige diversiteit aan interne producenten op het SCK CEN werden een zeer groot aantal afvalstromen gedefinieerd waarbij onderscheid werd/wordt gemaakt tussen de interne producent, de afvalcategorie en de status van het afval (actueel of TP). Dit heeft geleid tot meer dan 190 afvalstromen.

Voor het RECUMO-project wordt geopteerd om een aantal algemene afvalstromen op te nemen in de bestaande afvalstromen van het gebouw SCH. Het gaat hier dan voornamelijk over de afvalstromen die ontstaan bij de exploitatie van de installatie zoals de sanitaire effluenten (B02), het verbrandbaar laagactief afval (A1 1), de filters (AX3) uit de extractie, het algemeen persbaar afval (Ax7), enzovoort.

Voor afvalstromen specifiek gelinkt aan het recyclageproces of voor afvalstromen met specifieke eigenschappen (radiologisch, fysicochemisch of op basis van hoeveelheden) zullen, in samenspraak met NIRAS, nieuwe afvalstromen gecreëerd worden.

De methoden voor het bepalen van de fysicochemische kenmerken en de radiologische inhoud van de afvalstromen worden beschreven in erkenningsdossiers. Aangezien voor de karakterisering eerder een beperkt aantal methodologieën worden gebruikt heeft SCK CEN geopteerd om generieke karakteriseringsmethodologieën op te stellen en deze te laten erkennen door NIRAS. Onderstaande opsomming geeft een overzicht van de lopende erkenningen.

- **Radiologisch goedkeuringsdossier, referentie SCK CEN/23530612 (alternatieve referentie SCK CEN R-6384), F. Slachmuylders, 2017-04-28 (Hernieuwing aanvraag)**
    - Beschreven methodologieën
        - Methode 1: Vaste radionuclidevector + gammaspectrometrie
        - Methode 2: Referentiecollo + bruto gegevens
            - Methode 2.1: Referentiecollo + dosisdebiet
            - Methode 2.2: Referentiecollo + dosisdebiet en gewicht
            - Methode 2.3: Referentiecollo + gewicht
        - Methode 3: vaste radionuclide vector + analyses
            - Methode 3.1: Vaste radionuclidevector + alfa-totaal, bèta-totaal
            - Methode 3.2: Vaste radionuclidevector + gammaspectrometrie, alfaspectrometrie
        - Methode 4: Vaste radionuclidevector + dosisdebiet
    - Huidige erkenning NIRAS: MADE/mvl2018-0257, 16/02/2018
    - Huidige Erkenningsperiode: 01-01-2018 – 31/12/2019
- **Fysicochemisch erkenningsdossier, referentie SCK CEN/23582633 (alternatieve referentie SCK CEN R-6389), F. Slachmuylders, 2017-04-28 (Hernieuwing aanvraag)**
    - Conformiteitscontrole afvalcategorieën
        - A1 1, SCK CEN/23586763
        - A13/A23, SCK CEN/2358141 1
        - A14/A24, SCK CEN/23589582
        - A15/A25, SCK CEN/23618318
        - A17/A27, SCK CEN/23618319
        - A18/A28, SCK CEN/23618327

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

        - A31, SCK CEN/23688978
        - A36, SCK CEN/23617130
        - A37, SCK CEN/23691429
        - A38, SCK CEN/23691896
        - B03-B04, SCK CEN/23694651
        - B02 & B05, SCK CEN/23693226
        - B01, SCK CEN/2369191 1
        - B05&B06 aangekondigd, SCK CEN/23695879
    - Erkenning NIRAS: JBE/mvl/2018-0260, 16/02/2018
    - Erkenningsperiode: 01/01/2018 – 31/12/2019

- **Validatie-/erkenningsdossier gammaspectrometrie: Q², 196-SUP-01 rev. 3.3, 27 augustus 2018**
    - Erkenningsbrief NIRAS: Erkenning van het Q²-systeem van het SCK CEN, referentie MDE/PHL/CHC/mvl/2018-3104 7/12/2018 Erkenningsperiode: 1/01/2019 – 31/12/2023
- **Brief 'Aanvraag verlenging erkenning 3AX-meetsysteem', referentie SCK CEN/20086528, 2016-10-20 inclusief technisch dossier**
    - Erkenningsbrief NIRAS: Verlenging van de erkenning van de meetinstallatie "3AX", referentie NRA/mvl/2017-1634, 30/06/2017
    - Erkenningsperiode: 01/05/2017 – 30/04/2022
- **Brief 'Aanvraag verlenging erkenning ISOCS-meetsysteem', referentie FS/ss/015-05, 2015-06-25 inclusief technisch dossier**
    - Erkenningsbrief NIRAS: Verlenging van de erkenning van het ISOCS-meetsysteem van het SCK CEN voor standaard geometrieën", referentie NRA/mvl/2016-1990, 22/08/2016
    - Erkenningsperiode: 01/01/2016 – 31/12/2020

Door de erkenning van generieke karakterisatiemethodologieën wordt verwacht dat voor het RECUMO-project geen bijkomende radiologische karakterisatiemethodes moeten erkend worden. Desalniettemin zullen de nieuwe infrastructuur en de nieuw gecreëerde afvalfluxen moeten opgenomen worden in beide erkenningsdossiers. Voor het verkrijgen van een erkenning moet rekening gehouden worden met een periode van 6 maanden.

Bij een aantal radiologische karakteriseringsmethoden wordt gebruik gemaakt van een radionuclidenvector voor de bepaling van de niet of moeilijk meetbare radionucliden. Deze vectoren worden voor de eerste afvoer van het afval opgesteld. Een volledige beschrijving van de vector inclusief historische gegevens, meetresultaten, aannames, berekeningsmethoden, enzovoort die hebben bijgedragen tot het opstellen van de vector, wordt beschreven in een vectornota. NIRAS zal deze vectornota's evalueren en goedkeuren voor gebruik. Dit proces neemt enkel weken in beslag in functie van de complexiteit van de vector. In het RECUMO-project zullen specifieke vectoren opgesteld worden voor diverse afvalstromen. De vectoren zullen periodiek worden gecontroleerd op basis van destructieve en niet-destructieve analyses, al dan niet courant uitgevoerd in het recyclageproces.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

4 Afvaltypen

SCK CEN voert tot op heden enkel niet-geconditioneerd afval (NGA) af naar de verwerkingsinstallaties van NIRAS/Belgoprocess. Hiervoor maakt men verder een onderscheid tussen 2 types afval, namelijk:

- Standaard laagactief afval waarvoor acceptatiecriteria (ACRIA) op het niveau van het NGA zelf, het collo en het transport werden gedefinieerd. Deze ACRIA hebben zowel betrekking op de manutentie en de operationele veiligheid tijdens het verpakken van het afval, het transport, de opslag in afwachting van de verwerking, de verwerking en conditionering, als op lange termijn veiligheid. Het betreft ook afval waarvoor het contactdosisdebiet op het collo minder dan 2 mSv/u bedraagt.
- Speciale afvalstromen waarvan bepaalde kenmerken niet in overeenstemming zijn met de criteria zoals opgenomen in de ACRIA's. Men maakt verder een onderscheid tussen:
    - Laag actieve speciale afvalstromen waarbij 1 of meerdere criteria uit de ACRIA van het standaard afval niet worden gerespecteerd. Voor deze afvalstromen kan er dan een afwijkingsaanvraag opgesteld worden, volgens nota TNT-8 indien het een schending is van een "lange termijn"-criterium of een algemene afwijkingsaanvraag voor een operationeel criterium. Deze afwijkingsaanvraag wordt behandeld door Belgoprocess (operationeel) en/of het RCA van NIRAS (lange termijn).
    - Middel- en hoogactieve afvalstromen zijn de afvalstromen met een contactdosisdebiet van meer dan 2 mSv/u. Hiervoor bestaan geen strikte ACRIA's maar voor het SCK CEN werd een acceptatiemodaliteit opgesteld.

Naast de niet-geconditioneerde afvalstromen heeft NIRAS een aantal ACRIA opgesteld voor de acceptatie van geconditioneerde afvalstromen. Deze werden tot op heden op het SCK CEN niet toegepast. Deze ACRIA voor geconditioneerde afvalstromen worden in volgende hoofdstukken niet besproken, indien dit toch nodig blijkt worden deze aangehaald bij de specifieke afvalstromen die hiervoor in aanmerking komen.

4.1 Standaard NGA-afvalstromen

Standaard afvalstromen zijn afvalstromen met een maximaal contactdosisdebiet op het collo van 2 mSv/u en worden courant geproduceerd bij de exploitatie van een nucleaire installatie.

Om rekening te houden met de kenmerken en de latere verwerking van het afval werd dit laagactief afval verder ingedeeld in afvalcategorieën. De specifieke indeling van het laagactief NGA werd uitgevoerd op basis van de opnamecategorie (vast (A) of vloeibaar (B)), de aard van de radioactiviteit (bèta/gamma (A1X), alfaverdacht (A2X) of alfabesmet (A3X)) en de verwerkingsmogelijkheden (verbranding (Ax1), supercompactie (Ax7 of Ax4) of directe cementering (Ax8)). Voor elk van deze afvalcategorieën werden de minimale vereisten waaraan het afval moet voldoen, vastgelegd in de acceptatiecriteria (ACRIA) of de specificaties[1] (SPE).

[1] Een specificatie is de voorloper van de acceptatiecriteria. Voor een aantal afvalcategorieën zijn deze specificaties nog geldig (hoofdzakelijk voor effluenten).

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

De ACRIA's maken een onderscheid tussen operationele-en lange termijn criteria. De principes voor deze opsplitsing, die hun repercussie hebben op de erkenning NGA, de behandeling van afwijkingen en de non-conformiteiten zijn terug te vinden in de NIRAS-nota 2006-1506.

Tabel 1 toont een overzicht van de meest courante standaard afvalcategorieën met bijhorende referentie ACRIA/SPE.

Tabel 1: Acceptatiecriteria standaard afval

NIRAS-Categorie	Afvalstroom	Referentie ACRIA/SPE
A1 1	Vast verbrandbaar afval, βγ-besmet	ACRIA-NGA-A1 1 (2008-0507 herz. 1)
A13/A23	Vaste persbare filters, βγ-besmet en α-verdacht	ACRIA-NGA-A13/A23 (2008-051 1 herz. 0)
A15/A25	Vaste niet-brandbare koolstoffilters, βγ-besmet en α-verdacht	ACRIA-NGA-A15/A25 (2008-051 1 herz. 0)
A17/A27	Vast supercompacteerbaar afval, βγ-besmet en α-verdacht	ACRIA-NGA-A17/A27 (2008-0515 herz. 0)
A14/A24	Vast niet-supercompacteerbaar afval, βγ-besmet en α-verdacht	ACRIA-NGA-A14/A24 (2008-0513 herz. 0)
A18/A28	Direct cementeerbaar afval, βγ-besmet en α-verdacht	ACRIA-NGA-A18/A28 (2008-0516 herz. 0)
A31	Vast brandbaar afval, α-besmet	ACRIA-NGA-A31 (2008-0517 herz. 0)
A37	Vast supercompacteerbaar afval, α-besmet	ACRIA-NGA-A37 (2008-0518 herz. 0)
A38	Vast niet-supercompacteerbaar afval, α-besmet	ACRIA-NGA-A38 (2008-0519 herz. 0)
B02	Verdachte afvalwater	SP-9 van 01-01-1991
B03	Organische oplossingen	SP-5 van 01-08-1998
B04	Waterige oplossingen (chemisch belast)	SP-5 van 01-08-1998

Zoals al aangehaald zullen in de loop van 2020 "verbeterde" ACRIA en hierna "finale" ACRIA in voege komen. De invoering van deze ACRIA heeft voornamelijk een grote impact op de fysicochemische inhoud van de afvalstromen (bv. bijna nultolerantie van cellulose in niet-verbrandbare afvalstromen).

De van toepassing zijnde ACRIA/SPE's zijn steeds terug te vinden in de OGD-lijst (Overzichtslijst van Goedgekeurde Documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria van NIRAS) [3] op de (afgeschermde) Alfresco-website van NIRAS.

In de huidige lijst van afvalcategorieën komt het verbrandbaar alfaverdacht afval (A21) niet meer voor. Deze afvalstroom wordt door NIRAS niet meer aanvaard wegens het ontbreken van een conditionerings- en bergingsoplossing. Indien de uitbater dit afval toch produceert, wordt gevraagd om dit indien mogelijk als A1 1 (volledig gebruik maken van de alfa-capaciteit van de categorie) of als A31 af te voeren.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

4.2 Speciale NGA-afvalstromen

Speciale NGA-afvalstromen zijn enerzijds standaard NGA-afvalstromen waarbij aan één of meerdere afvalcriteria niet kan worden voldaan of waarvoor er geen nog geen verwerkingsscenario voor gekend is en anderzijds afvalstromen met een dosisdebiet in contact met het collo groter dan 2 mSv/u.

Voor de eerste categorie kan steeds een afwijking ten opzichte van een acceptatiecriterium aangevraagd worden. Een afwijking kan al dan niet toegestaan worden door NIRAS voor de productie van één collo of voor de productie van een batch afval. De afwijking is meestal ook beperkt in tijd en hoeveelheid.

Voor de tweede categorie afval heeft NIRAS een acceptatiemodaliteit opgesteld. Acceptatiemodaliteiten worden toegekend voor afvalstromen in afwachting van het van toepassing worden van ACRIA's voor deze afvalstromen. Een acceptatiemodaliteit beschrijft de "aanvaardingsmodaliteiten" voor het afval die onlosmakelijk verbonden zijn met de toegepaste verwerkingsscenario's van het afval op Belgoprocess. De acceptatiemodaliteit wordt daarom ook eerst formeel goedgekeurd door Belgoprocess alvorens ze van kracht worden.

De bestaande acceptatiemodaliteiten voor het SCK CEN zijn terug te vinden in Tabel 2.

Tabel 2: Acceptatiemodaliteiten Speciaal afval

NIRAS-Categorie	Afvalstroom	Referentie ACRIA/SPE
SPE/MAVA	Middelactief vast afval	2017-2102 (herz. 0), 12/04/2018
B07	Alfahoudend laagactief vloeibaar afval	2012-0636 (herz. 0), 27/03/2012

Uit praktisch oogpunt ligt het onderscheid tussen middel- en hoogactief afval bij een contactdosisdebiet van 150 mSv/u. Deze grens bepaalt het type betoncontainer dat vandaag op het SCK CEN wordt gebruikt voor de afvoer van dit type afval.

In de RECUMO-installatie worden de nodige voorzieningen geïnstalleerd om de op Belgoprocess standaard gebruikte verpakkingen voor deze types afval te kunnen aandokken waardoor de verwerking en de kosten voor SCK CEN worden geoptimaliseerd (400L DDS vat, TV400/200 en TV400/80).

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

5 Afvalstromen

De volgende hoofdstukken geven de te verwachten afvalstromen van de uitbating van de RECUMO-installatie. De afvaltypes en hoeveelheden werden geraamd op basis van historische en theoretische gegevens over het gebruikte proces, resultaten van reeds uitgevoerde (koude/lauwe) experimenten en de huidige onderzochte technieken voor de recyclage en behandeling van de spent fuels.

Gezien in de komende maanden en jaren meer experimenten zullen worden uitgevoerd zal het inzicht in deze afvalstromen stelselmatig verhogen waardoor een verfijning van deze initiële inschatting kan gebeuren, zowel van de hoeveelheden als de fysicochemische en radiologische kenmerken. In het advies van NIRAS betreffende de aanvraag door het SCK CEN voor de vergunning van het project RECUMO (ESST/hs/2020-0813, 10-04-2020) wordt gevraagd om stelselmatig de nieuwe inzichten in de karakteristieken van de afvalstromen te communiceren zodat het verwerkingsscenario van bepaalde afvalstromen geoptimaliseerd kan worden. SCK CEN engageert zich hierbij om dit periodiek uit te voeren.

We onderscheiden in het RECUMO-project drie entiteiten waar specifieke afvalstromen worden gegenereerd. De afvalstromen binnen deze entiteiten zijn voornamelijk verbonden door hun soortgelijke radiologische belading en/of het deelproces in de recyclage van het uranium-afval. Dit is evenwel een arbitraire indeling maar geeft een beter inzicht in de afvoermogelijkheden en/of problemen van bepaalde afvalstromen.

De drie entiteiten die in de volgende hoofdstukken verder zullen behandeld worden zijn:

1. Standaard laagactief bèta/gamma afval afkomstig van de uitbating van de installatie
2. Standaard en speciaal afval afkomstig van de processtappen in de hotcellen
3. Standaard laagactief bèta/gamma en alfaverdacht afval afkomstig van de processtappen in de handschoenkasten

5.1 Standaard laagactief afval met herkomst uitbating installatie

Tijdens de uitbating van de installatie worden een aantal standaard afvalstromen geproduceerd in de zone rond de hotcellen en handschoenkasten. Vermits het recyclageproces hoofdzakelijk wordt uitgevoerd in hotcellen en handschoenkasten hebben deze afvalstromen voornamelijk een sanitaire herkomst (handen wassen, kuisen van de zones, …) of zijn afkomstig van onderhouds- en herstellingswerkzaamheden in de zone. We beschouwen tevens dat de filters uit het algemene ventilatiesysteem ook tot deze groep behoren.

De radiologische belading van deze afvalstromen is eerder beperkt en hoofdzakelijk afkomstig van het manipuleren en koppelen van transportcontainers, het analyseren van laagactieve stalen, het uitvoeren van herstellingen aan manipulatoren en/of besmettingsincidenten.

Tabel 3 toont een overzicht van de geschatte hoeveelheden standaard laagactief afval met herkomst uitbating installatie. Dit is een zeer ruwe schatting gezien het ontwerp van de installatie met zijn uitrustingen nog niet volledig werd uitgewerkt. De schatting is evenwel gebaseerd op ervaring van de uitbating van soortgelijke gebouwen op het SCK CEN, zijnde LHMA en SCH.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Tabel 3: Geschatte hoeveelheden standaard laagactief afval met herkomst uitbating installatie

Categorie	ACRIA/SPE	Collo	Geschat volume (m^3/jaar)
A11	ACRIA-NGA-A11	1 m^3-containers	5
A13/A23	ACRIA-NGA-A13/A23	Plastieken zak Kartonnen doos	1
A17/A27	ACRIA-NGA-A17/A27	220L vat	0.2
B02	SP-9	Pijpleiding	10

Aangezien voor deze standaard laag actieve afvalstromen ACRIA's bestaan vormt de afvoer geen probleem indien de karakterisatiemethodologieën erkend en de vectoren goedgekeurd worden door NIRAS. De standaard te gebruiken afvoerrecipiënten worden beschreven in de desbetreffende ACRIA's en zijn opgenomen in bovenstaand overzicht.

Voor de afvoer van de effluenten wordt geopteerd om een nieuwe tijdelijke verzamelput te plaatsen en deze aan te sluiten op het bestaande leidingennetwerk naar Belgoprocess.

5.2 Standaard en speciaal afval afkomstig van de processtappen in de hotcellen

Tijdens de recyclage van de residu-batchen in de hotcel worden een aantal specifieke afvalstromen gelieerd aan dit extractie-proces geproduceerd. Vermits hier de splijtingsproducten worden gescheiden van het te recupereren uranium wordt hier afval geproduceerd met een hoge radiologische impact. Het overgrote deel van het vaste maar ook vloeibare afval zal dus een dosisdebiet bezitten dat groter is dan 2 mSv/u waardoor dit in de categorie speciaal afval valt.

Tabel 4 toont een eerste schatting van de afvalstromen die geproduceerd worden in het recyclageproces van de spent fuel.

Tabel 4: Geschatte hoeveelheden standaard en speciaal afval met herkomst hotcel

Categorie	Oorsprong	Geschat volume
Hoogactief vloeibaar afval inclusief het hoogactief raffinaat (HAR)	Chemisch belaste vloeistof (3-5M HNO_3) afkomstig uit het extractieproces, analyseresidues en 80 L geneutraliseerde NaOH scrubber vloeistof. Spoelvloeistof van tanks	530-660 L/jaar
B03	Organisch laag actieve vloeistoffen geproduceerd bij de recyclage van de procesvloeistoffen. Oorsprong en karakteristieken: • TBP/Dodecane + degradatie producten TBP (HDBP & H_2MBP), < 1µg U/L als (HEU30)	0.16-0.20 m^3/jaar

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

B04	Chemisch belaste laag actieve vloeistoffen geproduceerd in verschillende stappen van het productie- en recyclageproces. Oorsprong en karakteristieken: • Destillaat na organische destructie onzuiverheden, lage [HNO_3], < 1 µg U/L als HEU90, eventueel evacuatie als B02. • Was vloeistoffen TBP recycling, 1 M NaOH + 1M Na_2CO_3 + NaDBP, Na_2MBP en NA_3P, < 0.1g U/L als HEU30.	1.28 - 1.6 m^3/jaar
A17/A27	Standaard persbaar afval, voornamelijk canisters IRE (gaan er momenteel vanuit dat deze enkele laagactief besmet zijn)	0.233 – 0.350 m^3/jaar
MAVA	Vast afval uit het verwerkingsproces zoals residupotten, glasvezelfilters, onzuiverheden in batchen, hotcelfilters, glaswerk, verbruiksgoederen, apparatuur, …	0.200 - 0.250 m^3/jaar

Voor het RECUMO-project bevinden zich in deze entiteit de meest problematische afvalstromen, zowel op chemisch als op radiologisch gebied, waarvoor in samenspraak met NIRAS naar oplossingen wordt gezocht.

Er hebben een aantal overlegmomenten met NIRAS plaatsgevonden waarbij informatie werd uitgewisseld over de samenstelling van het afval, de mogelijke afvoerwegen en de verwerkingsmogelijkheden. Het gaat te ver om al deze overlegmomenten hier te vermelden maar de belangrijkste worden hieronder opgesomd:

- 23/03/2017, Introductievergadering project RECUMO, nota ref. 2017-0773
- 10/05/2017, Voorstelling project P047 "Alternatieven Eurobitumen" door Belgoprocess (homogene cementering van MAVA-vloeistoffen)
- 20/06/2017, Periodiek overleg NIRAS/SCK – Presentatie 'Overlopen actiepunten RECUMO'
- 07/08/2017, Brainstormsessie met E. Coppens (NIRAS) i.v.m. de verwerkingsmogelijkheden van de hoogactieve zure afvalstroom (intern rapport)
- 03/10/2017, 2e brainstormsessie met E. Coppens (NIRAS) i.v.m. de verwerkingsmogelijkheden van de hoogactieve zure afvalstroom (intern rapport)
- 18/10/2017, Periodiek overleg NIRAS/SCK – Opvolging actiepunten
- 26/01/2018, Vergaderverslag overleg SCK CEN-NIRAS m.b.t. definitieve afvalpiste voor het hoogactief raffinaat (HAR) afkomstig van het project RECUMO
- 24/09/2018, Kick-off vergadering homogene cementering
- 19/03/2019: RECUMO: Homogeneous cementation possible evacuation scenario's and recognition process, NIRAS-BP-SCK CEN
- 21/03/2019: Information meeting on waste management and decommissioning plan for RECUMO, NIRAS-BP-SCK CEN

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- 29/08/2019: Eerste vergadering "Regelgevend kader/Acria" mbt het hoogactief vloeibaar afval afkomstig van project RECUMO

In de komende maanden (2020) zal deze samenwerking verdergezet en zelfs geïntensifieerd worden om zo te komen tot de meest veilige en kost-efficiënte verwerking en afvoer van de verschillende afvalstromen (en meer specifiek voor het hoogactief vloeibaar afval).

In de volgende hoofdstukken worden de afvalstromen in meer detail besproken. De samenstelling van de afvalstroom zal geschetst worden, de mogelijke afvoerwegen worden opgesomd en de afgesproken acties met NIRAS worden vermeld.

5.2.1 Vast middelactief (of hoogactief) afval

Om het recuperatiepercentage van het uranium te maximaliseren zullen de materialen in het proces geleached worden om zo weinig mogelijk uranium en spijtingsproducten achter te laten op de vaste afvalstoffen. Om deze reden beslissen we dat dit afval in de categorie SPE-MAVA terecht komt. Wanneer het dosisdebiet het dosiscriterium van het MAVA overschrijdt wordt het afval in een geschikte verpakking afgevoerd als middelactief afval of kan geopteerd worden om kleine hoogstralende fracties eerst te verpakken in een afgeschermde verpakking. Deze laatste mogelijkheid kan slechts gebeuren na voorafgaande goedkeuring door NIRAS.

Het vast middelactief afval bestaat voornamelijk uit volgende materialen:

- De inox potten waarin de uraniumbatchen werden gestockeerd. De canisters en overpacks worden beschouwd als laagactief afval en worden zo behandeld.
- Onzuiverheden in de uraniumbatchen
    - ± 100 g glasvezelfilters per pot (±80 potten/jaar).
    - Rubberen dichtingen afkomstig van de eerste potten.
    - (Verkoolde) tissues.
- Uitbatingsafval bestaande uit glaswerk, absorptiedoeken uit polypropyleen[2], kleine gebruiksvoorwerpen, sample-potjes, filters, enzovoort.
- Onderdelen van apparatuur.
- In- en uitlaatfilters uit de hotcellen.

In de eerste stappen van het recyclageproces zullen de vaste afvalstoffen voornamelijk gecontamineerd zijn met uraniumresten en zijn splijtingsproducten. Het uranium bevindt zich dan onder de chemische vorm natrium-di-uranaat.

Om de compatibiliteit van dit natrium-di-uranaat met de bergingssite aan te tonen, werd op vraag van NIRAS een studie uitgevoerd. De nota werd in maart 2018 afgewerkt en overgemaakt aan NIRAS voor commentaar. Het betreft volgende nota:

- "Chemical stability of Na-di-Uranate Na2U2O7 (c) under geological disposal conditions of Boom Clay – Note for RECUMO project", SCK CEN/26062276, Lian Wang

De vaste afvalstoffen zullen eerst in de afvalcel centraal worden verzameld met behulp van interne transportcontainers. De afvalstoffen zullen hiervoor via PADIRAC/La-Calhène poorten

[2] Cellulose houdende materialen worden, indien technisch mogelijk, niet toegelaten in het proces. Momenteel worden op SCK•CEN alle cellulose houdende materialen in handschoenkasten en hotcellen door dit type materialen vervangen.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

(standaard aandoksysteem op het SCK CEN) en La-Calhène dozen worden getransporteerd van de proceshotcellen naar de afvalcel waar de afvalstoffen verkleind, gesorteerd en/of optimaal geladen worden in een geschikt primair afvalcollo.

Dit primaire afvalcollo wordt vervolgens geladen in een aangedokt 400L DDS-vat en dit volgens één van de toegelaten scenario's beschreven in de acceptatiemodaliteiten van het MAVA-afval. Volgende scenario's zijn hierbij mogelijk:

- 80L vat in een afgeschermd 400L DDS vat (TV400/80) – HAVA-optie
- 220L vat in een afgeschermd 400L DDS vat (TV400/200)
- 220L vat in een standaard DDS vat
- Specifiek ontworpen korf in een standaard DDS vat

De 400L DDS-vaten worden op de site opgeslagen in betoncontainers (type BPIII of nieuw te ontwerpen stockage containers) zodanig dat het maximaal contactdosisdebiet onder de 2 mSv/u blijft.

De betoncontainers kunnen gestockeerd worden in de voorziene opslagzone in het RECUMO-gebouw of kunnen via een intern transport overgebracht worden voor stockage in de CBZ.

Voor transport naar de verwerkingsinstallaties van NIRAS/Belgoprocess dient het 400L DDS vat eerst overgeladen te worden in een type B-verpakking (Caroline/R80) welke vergund is voor dit type afval. Deze omlading dient te gebeuren in de afgeschermde zones voorzien aan de afvalcellen in het RECUMO-gebouw of kan rechtstreeks uitgevoerd worden door de transporteur via een specifiek autonoom manutentiesysteem.

NIRAS heeft op basis van de openbare aanbesteding de transportopdracht "Transport van niet-geconditioneerd en geconditioneerd radioactief afval in 400L vaten met een type B-verpakking" gegund aan Transnubel voor de periode 01/01/2019 – 31/12/2028. Het betreft een totaalconcept waarbij de 400L vaten autonoom kunnen geladen worden in de transportverpakkingen.

SCK CEN heeft Transnubel ingehuurd om de cinematiek te bekijken voor de manipulatie en het transport van de Caroline/R80 verpakking in en rond het RECUMO-gebouw. Waarschijnlijk zullen bijkomende Caroline/R80 verpakkingen nodige zijn buiten het "Belgisch programma" van NIRAS om de noden van RECUMO te dekken. Caroline verpakkingen zullen gebruikt worden voor de afvoer van o.a. vast afval.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

5.2.2 Hoogactief raffinaat (HAR)

Tijdens het vloeistof-vloeistof extractieproces met behulp van de extractoren wordt een zure afvalstroom geproduceerd waarin alle splijtingsproducten, activatieproducten en transuranen geconcentreerd zitten. Aangezien tijdens de exploitatieduur van het project twee types uraniumaanrijkingsbatchen worden verwerkt (HEU en LEU), verschilt de chemische en/of radiologische inhoud van dit hoogactief raffinaat (verwacht wordt dat dit eerder minimaal is). Op basis van de door IRE verstrekte gegevens van de HEU werden theoretische samenstellingen berekend. Op basis van ISOCS-metingen op een geladen container en bijkomende berekeningen wordt verwacht dat de Co-60 activiteit in deze vector wordt overschat (min. factor 100). Als worst case wordt voorlopig geen correctie uitgevoerd op onderstaande activiteiten.

De volgende tabellen geven de belangrijkste kenmerken van deze twee afvalstromen.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Tabel 5: Belangrijkste chemische samenstelling van het hoogactief HEU-raffinaat voor 2 koeltijden.

Element	Minimum cooling time g/L (4y cooling)	Average cooling time g/L (10 y cooling)
Na	7	7
Al	2,7	2,7
Fe	2,2	2,2
Nd	0,66	0,67
Zr	0,65	0,65
Ce	0,39	0,38
Zn	0,39	0,39
Ba	0,21	0,21
La	0,20	0,20
Pr	0,18	0,18
Sr	0,18	0,16
Ru	0,18	0,18
Mo	0,14	0,14
Sm	0,11	0,13
Y	0,10	0,10
Rh	0,053	0,053
Te	0,052	0,053
Xe	0,044	0,044
Pd	0,038	0,038
Pm	0,026	0,005
Pu	0,016	0,016
Np	0,013	0,013
U	0,010	0,010
Eu	0,007	0,007
I	0,004	0,004
Sn	0,003	0,003
Cd	0,002	0,002
Co	0,002	0,002
Gd	0,001	0,002
Cs	0,001	0,001
Sb	0,001	0,001

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Tabel 6: Belangrijkste radiologische samenstelling van het hoogactief HEU-raffinaat voor 2 koeltijden

Radionuclide	Minimum cooling time Bq/L (4y cooling)	Average cooling time Bq/L (10 y cooling)
Pm-147	8,9E+11	1,8E+11
Pr-144	5,7E+11	2,7E+09
Ce-144	5,7E+11	2,7E+09
Y-90	5,4E+11	4,6E+11
Sr-90	5,4E+11	4,6E+11
Rh-106	5,8E+10	9,4E+08
Ru-106	5,8E+10	9,4E+08
Sb-125	1,8E+10	4,0E+09
Eu-155	9,6E+09	4,1E+09
Sm-151	8,7E+09	8,3E+09
Pr-144m	8,2E+09	3,9E+07
Te-125m	4,4E+09	9,8E+08
Cs-137	2,7E+09	2,4E+09
Ba-137m	2,6E+09	2,3E+09
Eu-154	1,6E+09	1,0E+09
Fe-55	1,6E+09	3,3E+08
Co-60	2,2E+08	1,0E+10
Pu-241	1,9E+08	1,4E+08
Zn-65	1,6E+08	3,2E+05
Pu-238	8,1E+07	7,8E+07
Cd-113m	7,9E+07	5,8E+07
Cs-134	4,1E+07	5,4E+06
Pu-239	3,6E+07	3,6E+07
Sn-119m	3,5E+07	2,0E+05
Nb-95	3,0E+07	<1
Te-127m	2,3E+07	2,1E+01
Te-127	2,3E+07	2,0E+01
Sn-123	2,0E+07	1,6E+02
Zr-95	1,3E+07	<1
Zr-93	1,2E+07	1,2E+07
Ag-110m	7,8E+06	1,8E+04
Th-231	4,7E+06	4,7E+06
Pu-240	4,7E+06	4,7E+06
Eu-152	4,1E+06	3,0E+06
Y-91	3,1E+06	<1
Nb-93m	2,1E+06	4,7E+06
Sb-126m	9,7E+05	9,7E+05
Sn-126	9,7E+05	9,7E+05
Am-241	9,6E+05	2,5E+06
Tc-99	4,3E+05	4,3E+05
Np-237	3,3E+05	3,3E+05
Pa-233	3,3E+05	3,3E+05
Sr-89	1,9E+05	<1
Sb-126	1,4E+05	1,4E+05
Nb-95m	1,1E+05	<1
Ag-110	1,0E+05	2,4E+02
Pd-107	9,9E+04	9,9E+04
Gd-153	4,5E+04	8,4E+01
U-234	9,3E+03	9,3E+03

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Tabel 7: Belangrijkste chemische samenstelling van het hoogactief LEU-raffinaat voor 2 koeltijden.

	Minimum cooling time HAR	Average cooling time HAR
Element	g/L (4 y cooling)	g/L (10 y cooling)
Na	17	17
Fe	2,6	2,6
Al	1,8	1,8
Zn	0,91	0,91
Zr	0,34	0,35
Nd	0,31	0,31
Ce	0,20	0,20
Co	0,18	0,18
Ba	0,11	0,11
La	0,10	0,10
Pr	9,6E-02	9,6E-02
Sr	9,2E-02	8,5E-02
Ru	9,1E-02	9,1E-02
Mo	7,3E-02	7,3E-02
Sm	5,7E-02	6,8E-02
Pu	5,2E-02	5,2E-02
Y	5,0E-02	5,0E-02
Rh	2,8E-02	2,8E-02
Te	2,7E-02	2,7E-02
Xe	2,3E-02	2,3E-02
Pd	1,9E-02	1,9E-02
Pm	1,3E-02	2,8E-03
U	1,0E-02	1,0E-02
Eu	3,3E-03	3,4E-03
Sn	2,0E-03	2,0E-03
I	1,3E-03	1,3E-03

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Tabel 8: Belangrijkste radiologische samenstelling van het hoogactief LEU-raffinaat voor 2 koeltijden.

	Minimum cooling time HAR	Average cooling time HAR
Element	Bq/L (4 y cooling)	Bq/L (10 y cooling)
Pm-147	4,6E+11	9,5E+10
Pr-144	3,0E+11	1,4E+09
Ce-144	3,0E+11	1,4E+09
Y-90	2,8E+11	2,4E+11
Sr-90	2,8E+11	2,4E+11
Rh-106	2,6E+10	4,2E+08
Ru-106	2,6E+10	4,2E+08
Co-60	2,5E+10	1,1E+10
Sb-125	6,0E+09	1,3E+09
Eu-155	4,5E+09	1,9E+09
Pr-144m	4,2E+09	2,0E+07
Sm-151	3,8E+09	3,6E+09
Fe-55	1,5E+09	3,2E+08
Te-125m	1,5E+09	3,3E+08
Cs-137	1,4E+09	1,2E+09
Ba-137m	1,3E+09	1,2E+09
Eu-154	3,3E+08	2,1E+08
Zn-65	2,4E+08	4,8E+05
Pu-239	1,2E+08	1,2E+08
Cd-113m	2,5E+07	1,8E+07
Pu-241	2,3E+07	1,7E+07
Nb-95	1,5E+07	<1
Sn-119m	9,5E+06	5,3E+04
Te-127m	9,3E+06	8,2
Te-127	9,1E+06	8,1
Sn-123	7,2E+06	57
Zr-95	7,0E+06	<1
Zr-93	6,5E+06	6,5E+06
Pu-240	5,0E+06	5,0E+06
Cs-134	3,7E+06	4,9E+05
Th-231	2,4E+06	2,4E+06
Eu-152	1,7E+06	1,2E+06
Y-91	1,6E+06	<1
Nb-93m	1,1E+06	2,4E+06
Sb-126m	3,6E+05	3,6E+05
Sn-126	3,6E+05	3,6E+05
Ag-110m	3,5E+05	8,0E+02
Tc-99	2,2E+05	2,2E+05
Pu-238	2,2E+05	2,1E+05

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

	Minimum cooling time HAR	Average cooling time HAR
Element	Bq/L (4 y cooling)	Bq/L (10 y cooling)
Am-241	1,6E+05	3,5E+05
Sn-121m	1,6E+05	1,4E+05
Sr-89	9,6E+04	<1
Nb-95m	5,9E+04	3,0E-06
Sb-126	5,0E+04	5,0E+04
Pd-107	3,8E+04	3,8E+04
U-234	2,6E+04	2,6E+04
Gd-153	1,5E+04	28
Np-237	5,2E+03	5,2E+03
Ag-110	4,6E+03	1,1E+01

Vanaf november 2017 worden warme testen ingepland met de extractoren waardoor meer kennis en ervaring wordt opgebouwd. Eén van de doelstellingen is ook om een beter beeld te verkrijgen van de chemische samenstelling van de procesvloeistoffen. Deze kennis is belangrijk voor de verdere behandeling/afvoerroute voor dit afval.

Bij deze procesvloeistoffen worden een beperkt aantal andere vloeistoffen toegevoegd welke eveneens een grote radiologische belading hebben, namelijk:

- 80 liter geneutraliseerde NaOH-scrubber vloeistof, geproduceerd tijdens de oplosfase van de uranium-batchen om de nitreuze dampen te neutraliseren.
- Een kleine hoeveelheid stalen afkomstig van de diverse analyses die uitgevoerd worden in het chemisch proces.
- Periodieke spoel- en kuisvloeistoffen.

Het geheel van deze vloeistoffen wordt het hoogactief vloeibaar afval genoemd.

De problematiek van de verwerking van dit hoogactief vloeibaar afval werd tijdens een aantal overlegmomenten met zowel NIRAS als intern besproken. Verschillende pistes werden bekeken waarbij voor- en nadelen tegen elkaar werden afgewogen.

In onderstaande opsomming worden de verschillende mogelijkheden kort besproken. De belangrijkste voor- en/of nadelen worden evenwel vermeld.

5.2.2.1 Afvoer van het hoogactief vloeibaar afval naar BP (niet weerhouden)

Gezien de hoge activiteitsconcentratie van voornamelijk Pm-147, Sr-90, Ce-144 en Ru-106 wordt de vloeistof ingedeeld in de NIRAS-categorie B09 (BG > 40 GBq/l). Hiervoor bestaat er echter nog geen specificatie of ACRIA en bijhorende verwerkingsmogelijkheid.

Tijdens een presentatie, gehouden in september 2017 door Belgoprocess, betreffende de nieuwe geplande waterbehandeling op site 1 werd een toekomstige behandeling getoond van de B09 vloeistoffen. Dit project, genaamd P051, dient echter nog opgestart te worden

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

waardoor dit te laat komt voor het RECUMO-project (voorzien in 2025). Een bijkomend probleem bij dit scenario is het transport van dit hoogactief raffinaat naar de verwerkingsinstallaties van Belgoprocess, waarvoor een geschikte transportcontainer dient ontworpen of gezocht te worden.

Na een officiële vraag van SCK CEN heeft Belgoprocess ons in een brief [6] laten weten dat men op basis van een eerste screening geen blokkerende punten ziet om de (verdunde) procesvloeistoffen tijdelijk op te slaan en later te verwerken in hun installaties.

Het proces ziet er in grote lijnen als volgt uit:

- Ontvangst van het afval in G131X (Pamela). Dit gebouw zal in de toekomst ook gebruikt worden voor de homogene en heterogene cementering van de aanwezige middelactieve concentraten op Belgoprocess.
- Tussenopslag van het vloeibaar afval in gebouw 131X ofwel wordt de vloeistof via bestaande leidingen voor tijdelijke opslag getransfereerd naar G124X, het opslaggebouw voor middel– en hoogactieve vloeistoffen. In dit laatste geval zal de vloeistof opgeslagen worden in een 500 m^3 tank tezamen met de afvalproductie van IRE.
- Na afsluiting van de opslagtank volgt de cementering, in de installaties van gebouw 131X, van de gezamenlijke vloeistof na radiologische en chemische karakterisatie van de inhoud.

SCK CEN heeft officieel gevraagd om een haalbaarheidsstudie uit te voeren om deze mogelijke piste al dan niet te bevestigen. De resultaten van deze studie werden ontvangen en werden samen met de andere pistes door het SCK CEN management in februari 2020 geëvalueerd. Dit scenario werd niet weerhouden.

5.2.2.2 Verdunnen van het hoogactief vloeibaar afval tot de categorie SPE/B08 (niet weerhouden)

De acceptatiemodaliteit met referentie 2014-0137 (herz. 0) beschrijft de receptie en opslag van anorganische middelactieve zure of basische vloeistoffen in de categorie SPE/B08 (BG < 40 GBq/l). Deze nota werd specifiek opgesteld voor de procesvloeistoffen afkomstig van IRE. Op Belgoprocess loopt momenteel een project rond homogene cementering (genaamd P047) om een oplossing te zoeken voor B08-vloeistoffen.

Indien we de activiteitslimiet van deze modaliteitennota wensen te respecteren moeten we het hoogactief vloeibaar afval met maximaal een factor 45 verdunnen opdat het voldoet aan alle criteria uit deze modaliteitennota (HAR met 4 jaar koeltijd). Het volume verhoogt dan van 0.45 m^3 naar 20-25 m^3 per jaar. In de praktijk, zeker voor het hoogactief vloeibaar afval afkomstig van de HEU-batchen, zal de koeltijd aanzienlijk hoger zijn. Hierdoor zal de verdunningsfactor verkleinen bijvoorbeeld na 6 jaar extra koeltijd bedraagt deze een factor 15 (indien dochternucliden worden meegeteld). De belangrijkste isotopen hierin zijn: Sr-90 ($T_{½}$= 28.5 jaar) en Pm-147 ($T_{½}$= 2.6 jaar).

Deze opslagcapaciteit is niet voorzien en praktisch niet realiseerbaar in de RECUMO-installatie. Bij lagere activiteiten (hogere koeltijden) kan verdund worden in de transportcontainer zelf waardoor het opslagprobleem minder kritisch is.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

5.2.2.3 Selectief verwijderen van bepaalde nucliden en afvoer van resterende vloeistof als SPE/B08 (niet weerhouden)

Door het (selectief) verwijderen van een aantal nucliden kan de concentratielimiet van het SPE/B08 afval bereikt worden. Op basis van de huidige radiologische kennis van het raffinaat moeten minstens een viertal nucliden verwijderd worden, in volgorde van activiteit Pm-147, Ce-144, Sr-90 en Ru-106 (HAR met 4 jaar koeltijd). De lanthaniden uit deze reeks hebben een relatief korte halveringstijd, dit in tegenstelling tot Sr-90. Hiermee kan echter geen rekening gehouden worden vermits men na de verwerking van de HEU-batchen, LEU-batchen moet behandelen met een relatief korte koeltijd (na 4 jaar stockage op IRE komen de batchen naar SCK CEN voor recyclage).

Enkele mogelijke pistes werden bekeken:

- Gebruik van harsenkolommen (bv. SrTreat voor het selectief verwijderen van Sr-90)
- Selectieve precipitatie van onoplosbare zouten (Sr als sulfaten, lanthaniden als dubbele zouten)
- Adsorptie op anorganische absorptiemiddelen zoals bijvoorbeeld zeolieten

Al deze opties produceren naast het vloeibaar SPE/B08 nog bijkomende specifieke vaste afvalstromen waarvoor een oplossing dient gezocht te worden en waarvoor de compatibiliteit met de latere verwerking en berging moet aangetoond worden. Niet enkel dit punt vergt R&D maar ook het proces zelf vraagt een gedegen onderzoek om de geschikte materialen en procedures te achterhalen.

Een bijkomend probleem bij de vaste afvalstromen is dat door selectieve verwijdering van isotopen een concentratie van deze isotopen optreedt in de vaste afvalstromen waardoor activiteitscriteria van de modaliteitennota's snel kunnen overschreden worden. Vaste afvalstromen dienen ook steeds gedroogd te worden voor afvoer kan plaatsvinden.

5.2.2.4 Niet-selectieve solidificatie van de afvalstroom (niet weerhouden)

Door evaporatie van de vloeistoffase blijft een vaste fractie over die dan kan afgevoerd worden als vast afval. Hierbij kunnen we 2 technieken onderscheiden:

- Directe evaporatie van het hoogactief raffinaat
- Neutralisatie (bijvoorbeeld met behulp van hydroxiden) van het hoogactief raffinaat gevolgd door de evaporatie van de waterige fractie.

Deze opties produceren een relatief laag volume aan afval maar wel zeer geconcentreerd in activiteit. De overblijvende zouten zijn echter hygroscopisch van natuur en/of zijn oplosbaar in water. Gezien de basissamenstelling nog niet volledig gekend is, is het momenteel niet volledig duidelijk welke componenten zullen gevormd worden en of deze volledig kunnen gedroogd worden (o.w.v. het kristalwater).

De compatibiliteit van de vaste afvalfractie (zouten) met de latere cementering moet ook aangetoond worden. Mogelijks dient er hiervoor ook een cementeringsformule gezocht te worden.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Gezien de activiteit zeer sterk geconcentreerd wordt dienen er ook specifieke oplossingen gezocht te worden voor het transport en moeten de aanvaardingslimieten voor verwerking in de installaties van Belgoprocess afgetoetst worden.

5.2.2.5 Homogene cementering van de afvalstroom in RECUMO (weerhouden als back-up oplossing)

Cementering van de geneutraliseerde vloeistoffractie is een gekende techniek voor de immobilisatie van de radionucliden (bv. gecementeerd afval afkomstig van de opwerking van de BR2-brandstofelementen, het zogenaamde Dounreay-afval). De acceptatiecriteria voor het afleveren van zulke afvaltypes worden onder invloed van de gevonden gelvaten zeer strikt. De minimale vereisten voor de productie van beton staan beschreven in de ACRIA voor homogene cementering: ACRIA-DC-MAGAL-HOC-137, 1998-3172 (herz. 3) van 17/05/2010 en de nota "Aanpassingen aan de acceptatiecriteria m.b.t. de immobilisatiematrix o.b.v. cement voor heterogeen en homogeen GA", referentie 2015-1604. Vanaf begin 2020 start NIRAS met het opstellen van specifieke ACRIA's voor de verwerking en cementering van de RECUMO-vloeistoffen.

Voor deze optie dient een cementformule opgesteld te worden welke specifiek erkend wordt voor de cementering van dit hoogactief raffinaat. Hiervoor dient uitgegaan te worden van een algemene samenstelling met een voldoende grote range om eventuele fluctuaties in de samenstelling van het raffinaat op te vangen. Het vinden van een goede cementformule is echter een tijdrovend proces, immers sommige testen duren al snel enkele jaren. Door het modulair systeem van opslagtanks kan de productie van enkele jaren opgevangen worden indien het uitwerken van een cementformule meer tijd zou vergen en mits de uitbatingsvoorwaarden worden gerespecteerd.

Cementering van het (geneutraliseerde) hoogactief raffinaat dient te gebeuren in primaire verpakkingen (220L of 300L vaten) of rechtstreeks in 400L DDS-vaten. Opdat de ruimte in het gebouw te beperkt is om een hotcelketen te plaatsen waarin 400L vaten kunnen gemanipuleerd worden, zal de cementering in primaire verpakkingen gebeuren die nadien bij Belgoprocess heterogeen worden gecementeerd in 400L DDS-vaten.

Hoogactief vloeibaar afval zal vóór cementering behandeld moeten worden om het compatibel te maken met de cementmatrix. Om te vermijden dat er een grote volume toename is wordt het afval behandeld met basische poeders in plaats van basische oplossingen. Hierdoor zal de volume toename minimaal zijn (ongeveer 4%). Een verdere volume reductie kan worden bekomen door verlaging van de nitraat-concentratie d.m.v. denitratie. Verschillende technieken zijn hiervoor beschikbaar. Verdere studies moeten uitwijzen of dit noodzakelijk is.

In een eerste interne projectmeeting op 13 november 2017 werden alle mogelijkheden voor de afvoer van het hoogactief raffinaat besproken waarbij de voor- en nadelen tegen elkaar werden afgewogen. De hier genomen beslissing maakt het mogelijk om gericht naar een oplossing te zoeken en verdere stappen te kunnen zetten in het ontwerp van de installatie.

Na een grondige analyse werd door de projectgroep beslist om de piste (homogene) cementering van het hoogactief vloeibaar afval verder te ontwikkelen. Redenen voor deze beslissing waren:

- Minimale productie van secundaire (complexe) afvalstromen.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- Gekende technologie.
- Literatuurstudies beschrijven succesvolle testen met NO_3 concentraties van 3-4 M (Coppens et al., Belgoprocess) en 4-9M (Langley et al., Dounreay)
- Expertise betreffende onderzoek op cement is aanwezig op het SCK CEN. Er wordt trouwens op het SCK CEN volop geïnvesteerd in de oprichting van een specifiek labo voor het onderzoek op cement (en dit om een soortgelijke oplossing te zoeken voor de zure MEDOC-afvalvloeistoffen).
- Internationale expertise is beschikbaar en alle documenten betreffende de productie en de erkenning van het Dounreay-afval zijn beschikbaar op het SCK CEN (SCK CEN heeft het gebruikersrecht van deze documenten).

De genomen beslissing (in 2017) werd voorgesteld aan NIRAS en deze heeft zich akkoord verklaard met de te volgen afvoerweg [5]. Dit afvoerscenario staat bekend als scenario 1 .

De eenheid W&D op SCK CEN is belast met de studie naar een geschikte cementeringsformule voor de hoogactieve vloeistoffen.

Op 20 februari 2020 werden door het RECUMO-project samen met het SCK CEN management de 3 technisch mogelijke verwerkingsscenario's: afvoeren naar en cementering door Belgoprocess; in-house cementering en vitrificatie, geherevalueerd op basis van technische haalbaarheid, financiële aspecten, risico's en planning. Vitrificatie wordt geselecteerd als primaire oplossing voor het hoogactief vloeibaar afval en wordt prioritair uitgewerkt. Homogene cementering op site van SCK CEN blijft als back-upoplossing geselecteerd en wordt verder onderzocht.

5.2.2.6 HAR/HLLW vitrificatie afvoerweg (weerhouden als oplossing)

De samenstelling (chemisch en radiologisch) van het hoogactief vloeibaar afval vormt op zich geen probleem voor het vitrificatieproces. SCK CEN heeft daarom een studie besteld om deze technische en financiële aspecten verder uit te klaren. ORANO La Hague heeft de studie uitgevoerd [8] en heeft geen blokkerende punten aangetoond voor de vitrificatie van het afval. Het HLLW zal met een aangepaste TN®-MW verpakkingen naar La Hague worden getransporteerd (130 L HLLW capaciteit per TN®-MW). Het vitirificatieproces was al goedgekeurd door NIRAS en het verglaasde afval valt onder een bestaande ACRIA welke opnieuw geactiveerd moet worden. Het verglaasde afval wordt aan het einde van de RECUMO HEU en LEU-verwerkingscampagnes teruggestuurd voor tussentijdse opslag bij Belgoprocess in gebouw 136 in afwachting van de definitieve berging. De ACRIA, het retourtransportvat en een Intergouvernementele Akkoord moeten hernieuwd worden om dit afvoerscenario uit te voeren. Het gehele geproduceerde geconditioneerde afval zou ongeveer 1 CSD-V vat (180L) verglaasd afval vertegenwoordigen voor de gehele uitbatingsfase.

Uitvoering van de oplossing
Haalbaarheidsstudies, ontwerpfasen, vergunningsaanvragen en uitvoering van de werken zullen aan Orano uitbesteed worden volgens de volgende schema:

1- Transport HLLW effluenten met TN®MW naar Orano La Hague
   - Haalbaarheidsstudie: Q2 2020 – Q1 2021
   - Ontwerp aanpassing TN®MW voor HLLW: Q2 2021 – Q1 2022

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- Vergunning ASN - FANC: 2023
- Fabricage van 2 TN®MW verpakkingen: Q1 2023 – Q2 2024

2- Receptie en conditionering bij Orano La Hague
- Haalbaarheidsstudie: Q2 2020 – Q1 2021
- Engineering: Q2 2021 – Q3 2022
- Vergunning ASN: Q1 2023 – Q2 2024
- Opbouw receptiestation : Q2 2021 – Q4 2023

3- Intergouvernementele Akkoord: Q2 2021 – Q2 2024

Gedurende de bovenvermelde stappen, zullen de volgende aspecten verdere behandeld worden:

Transportaspecten

Het voorgestelde gegunde transport is gebaseerd op dat van de bestaande TN®MW-verpakking. Een uitbreiding van de vergunning voor de verpakking type B(M) zal moeten worden aangevraagd bij de Franse bevoegde autoriteit (ASN). Een validatie van deze goedkeuring zal dan in België worden uitgevoerd bij het FANC.

De belangrijkste punten die tijdens de haalbaarheidsstudies moeten worden bevestigd, zijn:

- Validatie van de dikte van de afscherming die door de verpakking en de interne lay-out ervan wordt geleverd met betrekking tot de kenmerken van de te transporteren effluenten,
- Validatie van de toelaatbare vullingsgraad om risico's in verband met de radiolyse van afvalwater uit te sluiten.

La Hague-aspecten

De analyse van de bron van de effluenten en hun kenmerken benadrukt de geschiktheid van de ontvangst, de opslag en de behandeling van deze effluenten met betrekking tot de Franse decreten van 12 mei 1981, zoals gewijzigd, van INB 116 en 117.

Deze besluiten maken het mogelijk om radioactieve stoffen (bv. effluenten) van installaties buiten de locatie La Hague op te vangen en te behandelen.

Voor de operationele vergunning voor de ontvangst en behandeling van deze effluenten moet een aanvraag voor een belangrijke wijziging worden ingediend onder voorbehoud van een vergunning van de ASN in overeenstemming met de artikelen R.593-55 tot en met R.593-58 van de Franse milieuwetgeving.

Het dossier bij de aanvraag bestaat uit twee delen:

- Een sectie "ontvangst en opslag", waarin onder andere de decanteringsunits en de bijbehorende veiligheidsvoorzieningen worden beschreven,
- Een sectie "behandeling", waarin de toegepaste processen worden beschreven en de uiteindelijke conditionering van het afval dat aan de eigenaar van het effluent moet worden teruggegeven.

Het Intergouvernementele Akkoord (AIG - IGA)

Het Intergouvernementele Akkoord (IGA) moet betrekking hebben op de conditionering van het afvalwater van RECUMO met het oog op het beheer van de terugkeer van het afval van deze activiteiten.

Gezien de oorsprong van de effluenten (oplossen van de bestraalde uranium targets, die kunnen worden gelijkgesteld met een brandstof van het type RTR UAl of testreactor) en hun kenmerken, kan worden overwogen om voor de boekhouding van de naar België terug te sturen activiteiten een beroep te doen op het EXPER-systeem van Orano La Hague.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

De eigenschappen van de RECUMO-effluenten zijn gelijkaardig aan deze van een oplossing van splijtingsproducten, d.w.z. een oplossing uit dissolutie van brandstof na extractie van fissiel materiaal.
De validatie van de toepasbaarheid van het EXPER-systeem op het gebied van de afvalverwerking van RECUMO-afvalstoffen moet tijdens de haalbaarheidsstudie worden uitgevoerd. Het wordt aangenomen dat dit systeem toepasbaar is.
Het EXPER-systeem voor de boekhouding van de activiteiten is gebaseerd op de UAR (unité d'activité résidus - eenheid activiteit residuen), waarbij 1 UAR overeenkomt met 1 decigram neodynium (burnup tracer).
Volgens de huidige IGA, die betrekking heeft op de behandeling van verbruikte splijtstof van de BR2-reactor, moet de terugkeer van de gevitrifieerde residuen vóór 31/12/2030 plaatsvinden. Deze IGA dekt echter slechts BR2-brandstofontvangsten tot 31/12/2025.
Er wordt voorzien in een verlenging voor het vervoer van verbruikte BR2-brandstof vanaf 2026, 2028 en 2029, zoals voorzien in het huidige behandelingscontract (amendement 4). Een dergelijke verlenging moet het mogelijk maken om ten minste de periode van ontvangst van de HLLW van de RECUMO HEU te bestrijken.

Er wordt op gewezen dat de behandeling van HLLW op het volgende zou kunnen steunen

- De verlenging van de exploitatie van de BR2-reactor in de periode 2025-2035, na conversie naar LEU-splijtstof en steunen op de behandeling in La Hague voor de back-endbeheer van verbruikte splijtstof,
- De behandeling in La Hague van andere materialen zoals BR3-brandstoffen als alternatief voor de strategie van directe opslag van deze brandstoffen in België.

Deze twee punten vereisen eveneens een verlenging van de IGA en zouden het mogelijk maken de volledige periode van ontvangst van de HLLW van RECUMO LEU te dekken.
Een globale uitbreiding van de IGA die de hele enveloppe van SCK CEN-materialen en -effluenten (BR2-splijtstoffen met verlenging van de reactorexploitatie tot 2035, BR3-splijtstoffen en RECUMO HEU en LEU-effluenten) bestrijkt, zou het dus mogelijk kunnen maken om uiterlijk op 31/12/2050 een globale terugkeer van de verglaasde residuen te overwegen.

5.2.2.7 Samenvatting betreffende de behandeling van HLLW: vitrificatie is gekozen

Voor elk van de afvoerscenario's 1- Homogene cementering in RECUMO; 2- Afvoer van het vloeibaar afval naar Belgoprocess voor cementering en 3- Vitrificatie bij Orano La Hague is een multicriteria-evaluatie uitgevoerd, met inbegrip van een financiële en een risicobeoordeling, met als besluit de selectie van het vitrificatieproces in februari 2020 [9]. De cementering ter plaatse zou de back-up oplossing zijn, dus het lopende basisontwerp van het gebouw zal het mogelijk maken om een afvalhotcel uit te rusten met het cementeringsproces in geval van verstoring van de gekozen vitrificatieafvoeroplossing.

5.2.3 Laagactief waterig en organisch afval

In de extractie-proces wordt tributylfosfaat (TBP) in n-dodecaan gebruikt voor de selectieve extractie van uranium en plutonium uit de complexe matrix van actiniden en fissieproducten. Om deze afvalstroom te minimaliseren zal het TBP/n-dodecaan mengsel worden gerecycleerd. De degradatieproducten van TBP zijnde HDBP en H_2MBP verhogen de co-extractie van een aantal fissieproducten en veroorzaken hierdoor een verlaging van de efficiëntie van het extractieproces.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Het TBP/n-dodecaan mengsel wordt gewassen met een alkalisch mengsel van Na_2CO_3 en NaOH waardoor de zwakke zuren in de organische fase worden omgezet naar wateroplosbare NaDBP- en Na_2MBP- zouten. Dit proces wordt uitgevoerd met een kleine vloeistof-vloeistof extractor in een handschoenkast.

Aangezien bovenstaand alkalisch wasproces niet alle degradatieproducten van TBP en n-dodecaan kan verwijderen, dient het TBP/n-dodecaan mengsel periodiek en gedeeltelijk te worden vervangen om de kwaliteit van de organische fase op punt te houden.

De activiteitsconcentratie in de waterige en organische effluenten die ontstaan bij dit proces is relatief beperkt waardoor deze afvalstroom in de categorie laagactief B04/B03 terecht komt. Momenteel is hiervoor de specificatie SP-5 geldig.

In de Sub Core group ACRIA waarin de afvalproducenten samen met NIRAS werken aan de invoering van de verbeterde ACRIA's werd in het eerste semester van 2017 de vernieuwde ACRIA-NGA-B03/B04 besproken. Vanuit fysisch-chemisch oogpunt omvat dit afval ideale oplossingen, emulsies, suspensies en colloïdale oplossingen van diverse oorsprong en chemische samenstellingen. Het radioactieve afval van de categorie B03 onderscheidt zich van de categorie B04 door de verhouding tussen de organische en de waterige componenten van het effluent. De effluenten van organische aard behoren tot de categorie B03 terwijl de effluenten van waterige aard behoren tot de categorie B04. TBP en zijn degradatieproducten werden opgenomen in de exhaustieve lijst van AO-codes voor de categorie B03 en kan dus onder deze categorie afgevoerd worden. De waterige fase dient te worden geëvacueerd via de categorie B04.

In een aangetekend schrijven van 23 oktober 2017 [4] vraagt NIRAS, na overleg met Belgoprocess, om voor de B03 afvalstromen geproduceerd in het RECUMO-project een goedkeuringsdossier op te stellen gezien hun specifieke chemische samenstelling. Dit goedkeuringsdossier, waarin alle kenmerken van de geproduceerde afvalstromen worden beschreven, zorgt tijdens de productiefase dat het afval op een vlotte manier kan worden geaccepteerd door NIRAS.

Een goedkeuringsdossier bevat in het algemeen volgende onderdelen:

- De beschrijving van de afvalstroom inclusief de beschrijving van het productieproces, gebruikte producten, …
- De te verwachte hoeveelheden gedurende het project
- De fysicochemische kenmerken en in dit geval een duidelijke chemische samenstelling van de effluenten
- De radiologische inhoud en de karakterisatiemethode
- De verificatie van de overige acceptatiecriteria uit de SPE/ACRIA

Dit document zal pas kunnen opgesteld worden wanneer het recyclageproces in meer detail werd onderzocht en de chemische en radiologische kenmerken nauwkeuriger bekend zijn.

5.3 Standaard laagactief bèta/gamma of alfaverdacht afval afkomstig van de processtappen in de handschoenkasten

In de handschoenkasten wordt de opgezuiverde uraniumfractie verder behandeld tot een vaste stof. Het eindproduct zal uraniumoxide zijn (stabiele vorm U_3O_8). Gezien de specifieke

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

activiteitsconcentratie van uranium wordt verwacht dat het afval dat ontstaat tijdens de behandeling van het opgezuiverd uranium in de categorieën van het laag actieve afval terecht komen.

Tabel 9 toont de geschatte hoeveelheden standaard afvalstromen die verwacht worden tijdens de processtappen in de handschoenkasten. Ze werden ingeschat op basis van de huidige theoretische inzichten in de chemische processen.

Tabel 9: Geschatte hoeveelheden standaard laagactief afval met herkomst handschoenkasten

Categorie	ACRIA/SPE	Collo	Geschat volume
A17/A27	ACRIA-NGA-A17/A27	220L vat	0.527-0.790 m^3/jaar
B03	SP-5	20L bidon	0.160 – 0.200 m^3/jaar
B04	SP-5	20L bidon	3.2 - 4.0 m^3/jaar
B07	Acceptatiemodaliteit B07	Bidon	0.480 – 0.600 m^3/jaar

Alfa-besmette (B07), waterige (B04) en organische (B03) effluenten ontstaan bij de verdere opzuivering van het uranium afkomstig uit de vloeistof-vloeistof extractie uitgevoerd in de hotcel (o.w.v. de aanwezigheid van Pu + enkele resterende chemische onzuiverheden). Eenzelfde vloeistof-vloeistof extractie zal hiervoor worden gebruikt waardoor soortgelijke afvalstoffen ontstaan als bij de recyclage van de procesvloeistoffen in de hotcellen. Het gebruikte organisch extractiemiddel ligt echter nog niet definitief vast. Er wordt gekeken naar het UREX –proces met TBP/dodecane in 1M HNO3 + 1 M AHA zijnde een organisch complexant of het GANEX-process met DEHIBA/dodecane in 4M HNO_3. Aangezien in het GANEX-proces geen complexant wordt gebruikt gaat hier voor de verwerking van het afval onze voorkeur naar uit. De samenstelling van de afvalstromen is als volgt:

- B07: Raffinaat van tweede vloeistof-vloeistof extractie
  - Optie 1: UREX-proces: 1M HNO_3 + 0.5M AHA, Pu-concentratie = 2E+7 Bq/l
  - Optie 2: GANEX-proces: 4M HNO_3, Pu-concentratie = 2E+7 Bq/l
- B03: Organisch afval afkomstig van de recyclage van het organisch solvent
  - Optie 1: TBP/dodecane + degradatie producten TBP (HDBP & H_2MBP)
  - Optie 2: DEHIBA/dodecane + degradatie producten TBP (HDBP & H_2MBP)
- B04: Chemisch belaste vloeistof afkomstig van de recyclage van het organisch solvent
  - 1M NaOH + 1 M Na2CO3
  - Bevat NaDBP, Na_2MBP en NA_3P in lage concentraties

  Een kleine fractie B04 ontstaat tijdens de het optimaliseren van de feed-vloeistof voor het extractieproces ingeval er een destillatie nodig is. Deze vloeistof kan mogelijks apart opgevangen en afgevoerd worden als B02.

Een bijkomende effluentenstroom ontstaat in de uranium precipitatie stap waar men het aanwezige uranium zal neerslaan als ammoniumdiuranaat (ADU) met een ammoniumhydroxide oplossing.

De chemisch belaste vloeistof wordt afgevoerd als B04 en heeft volgende samenstelling:

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- 0.5M NH_4NO_3 + 0.1-0.5M NH_4OH, de accepteerbaarheid van dit afval door NIRAS/Belgoprocess wordt momenteel onderzocht na een schriftelijke vraag van SCK CEN.
- 0.5-5 mg U/L als LEU

Conform het laagactief waterig en organisch afval geproduceerd bij de recyclage van het TBP/n-dodecaan mengsel in de hotcellen zullen deze afvalstromen ook beschreven moeten worden in een goedkeuringsdossier.

Mocht gedurende de verwerkingsstappen in de handschoenkasten alfaverdacht verbrandbaar afval geproduceerd worden, zullen deze moeten gehercategoriseerd worden naar andere verbrandbare afvalcategorieën, zijnde naar bèta/gamma verdacht (A1 1) of alfaverdacht (A31) afval.

Algemeen persbaar afval (A17/A27) zal geproduceerd worden tijdens de exploitatie. Dit afval bestaat voornamelijk uit gebruiksvoorwerpen, vervangen onderdelen en handschoenkast filters. Dit afval is enkel besmet met uranium of plutonium in lage concentraties. Afvoer van dit afval stel op zich geen probleem.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

6 Opslag radioactief afval en logistiek

Het geproduceerde afval binnen de RECUMO-installatie wordt tijdelijk opgeslagen binnen de installatie zelf vooraleer het afgevoerd wordt naar Belgoprocess.

In het ontwerp van de installatie wordt rekening gehouden met een opslagcapaciteit voor de standaard radioactieve afvalstomen (zijnde het vaste en vloeibare laagactieve afval in verplaatsbare recipiënten) van 2 jaar productie. De nominale capaciteit bedraagt, op basis van een half jaar productie en een doorlooptijd van het acceptatieproces van 2 maanden tot een half jaar, maximaal 50%. Er blijft bijgevolg voldoende manoeuvreerruimte bij normale uitbatingsomstandigheden om inspectie in de afvalopslagplaats op colli toe te laten. Voor de opslag van het afval is er bijgevolg voldoende plaats voorzien zodanig dat de opslag komende van 6 maanden extra productie zonder enig probleem kan opgeslagen worden (cfr. ARBIS Art. 5.8.4).

Desgevallend kan er bij beperkte afvoer van afval uit de installatie gebruik gemaakt worden van de andere bestaande opslaglocaties van het SCK CEN (bestaande opslagloodsen bij andere installaties, CBZ).

Het HLLW vloeibaar afval wordt, in afwachting van afvoer in TN®MW containers, tijdelijk gestockeerd. De productie van 1 jaar verwerking, zijnde 4 tot 5 TN®MW colli, dient minimaal gestockeerd te kunnen worden. Aangezien de voorgestelde stockagecontainers voldoende afscherming en dichtheid zullen bieden, kunnen deze ook buiten het sas van de hotcel geplaatst worden. Mogelijke locaties zijn naast de hotcel in de logistieke zone van het RECUMO gebouw of in de centrale bufferzone welke vergund is voor 20 containers MAVA en 14 containers HAVA.

De laag actieve (sanitaire) afvalvloeistoffen B02 worden opgevangen in een dubbelwandige HDPE-tank welke aangesloten wordt op het B02-netwerk. Bij het bereiken van het maximale (in te stellen) niveau wordt het afvalwater via een vaste pijpleiding naar Belgoprocess gepompt. Er worden tevens connecties voorzien om deze effluenten via een tankwagen te kunnen evacueren (bv. TNB-185).

Het hoogactief vloeibaar afval (HLLW) wordt opgeslagen in de kelder in 4 dubbelwandige tanks van 1 m^3. Gedurende de productieperiode zijn er maximaal 2 opslagtanks gevuld waarna dit type afval via de gekozen afvoerroute verwijderd dient te worden. De afvalvloeistoffen kunnen overgepompt worden naar andere tanks indien dit nodig blijkt. Staalnamepunten zijn voorzien.

Tabel 10 toont de eerste inschatting van de benodigde en beschikbare ruimte om een productie van 1 jaar standaard afval op te slaan.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Tabel 10: benodigde en voorziene ruimte voor opslag van standaard afval in kelder 9950 gedurende een periode van 12 maanden productie [7]

Type afval	Benodigde grondoppervlak (m^2)
Vloeibaar afval	34 (in 1m^3 containers)[3]
Vast afval	7 (vaten, filters)
M^3-containers	8
B02	4,5
Totaal nodig voor 1 jaar	**53.5**
Voorzien in design	**142 (inclusief manoeuvreerruimte)**

De tabel behandelt niet de benodigde ruimte voor het HLLW aangezien hiervoor 4 specifieke afgeschermde tanks voorzien zijn in de kelder. Twee tanks zullen niet worden gevuld en staan steeds in reserve.

De jaarlijks geproduceerde MAVA-container zal worden opgeslagen nabij de afvalhotcel in het RECUMO gebouw of kan overgebracht worden naar de CBZ.

Indien evacuatie van de afvalstromen uit de installatie om één of andere reden noodzakelijk is, kan dit als volgt gebeuren:

- Standaard afvalstromen kunnen overgebracht worden naar andere opslagloodsen op het SCK CEN zijnde de naar de Centrale BufferZone, de alto-loodsen aan SCH, BR2 of LHMA, de lokale opslagplaatsen of naar de BR3-loods mits voldaan wordt aan de uitbatingsvoorwaarden en criteria van het desbetreffende gebouw of opslagplaats en deze op een aanvaardbaar veiligheidsniveau verder kan uitgebaat worden. Indien noodzakelijk kan hiervoor bij de dienst HPH een derogatie aangevraagd worden, dit volgens proces BPR-NRS-300 'Management of nuclear OLC'.
- Het hoogactief vloeibaar afval kan enkele worden geëvacueerd in een specifieke verpakking met voldoende afscherming. Deze verpakking bestaat uit de TN®MW container met een voor deze vloeistof vergunde binnencontainer. Gezien de grootte en het gewicht van zulke containers kunnen deze niet eender waar gestockeerd worden. CBZ is hiervoor een mogelijke oplossing (stockage in het HAVA/MAVA gedeelte).

In alle gevallen gaat het over interne transporten die door de dienst HPH kunnen goedgekeurd worden.

6.1 Logistieke bewegingen

Het laagactief vast en vloeibaar afval wordt opgeslagen in de kelder van het gebouw (lokaal 9950). Afhankelijk van het type afval gebeurt de opslag in m^3-containers (brandbaar afval), 200L vaten (persbaar afval) of 20L bidons (vloeibaar afval). Lekbakken zijn voorzien waar vloeibare

[3] 16 bidons van 20 L zijn geplaatst in 1 m^3 container (1.6 m^2 grondoppervlak)

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

afvalstromen worden gestockeerd en/of voorkomen. In het huidige dossier worden CB3 kunststof palletboxen 12000 mm x 1000 mm x 740 mm – 610 liter voorgesteld als lekbak. De kleur van de lekbak zal worden aangepast aan het type effluent dat wordt gestockeerd (B03, B04 of B07). Lekbakken kunnen indien nodig gestapeld worden (afgesproken maximale stapelhoogte = 2 lagen, maar kan tot 5 hoog)

Via de voorziene goederenlift kan het afval naar het gelijkvloers getransporteerd worden met een semi-elektrische stapelaar of palletwagen. In geval van hoogdringendheid en bij defect van de goederenlift kan het afval steeds via de nooddeur aan sas G950 naar buiten gebracht worden.

Eens op het gelijkvloers zal het afval via lokaal 1517 getransporteerd worden naar lokaal 1520 (ontvangst containers). Vanaf hier zal het volgens de interne transportprocedure (BPR-NRS-1 14) het RECUMO gebouw verlaten.

6.2 Samenvatting opslag en logistiek

De volgende tabel geeft een samenvatting van de verschillende afvaltypes, zijn opslaglocatie in normale exploitatieomstandigheden, de normale afvoerwegen en afvoerwegen bij bedrijfsincidenten:

Tabel 11: Afvoerwegen van de afvalstromen

Afvaltype	Categorie afval	Locatie in normale exploitatieomstandigheden	Normaal afvoerweg	Bij bedrijfs-incidenten afvoerweg
Low level solid	A11	Kelder lokaal 9950	route 1	route 1 of route 1'
Low level solid	A17/A27	Kelder lokaal 9950	route 1	route 1 of route 1'
Low level solid	A13/A23	Kelder lokaal 9950	route 1	route 1 of route 1'
Low level liquid	B03, B04 en B07	Kelder lokaal 9950	route 1	route 1 of route 1'
Low level liquid	B02	Kelder lokaal 9950	route 2	route 2'
High level liquid	HLLW	Kelder lokalen 9957, 9959, 9961, 9963	route 3	route 3'
High level solid	MAVA	Waste HC of afgeschermd container	route 4	route 4'

Route 1 : van de kelder via goederenlift naar de toegangszone van het gebouw op het gelijkvloers -> intern tussenstockage of externe verwerking.
Route 2: via persleiding op site naar Belgoprocess site 2.
Route 3: van de tank in de kelder naar de tussentank in de waste HC -> afvulling in TN®MW container -> afvoer voor vitrificatie.
Route 4: met interne transportcontainer naar waste HC -> laden van 200L vat met vast afval -> vervolgens in 400L DDS vat -> afvoer in Caroline container naar Belgoprocess.
Route 1': via buitendeur in kelder naar maaiveld brengen en vervolgens naar de tussentijdse stockage CBZ, BR3 loods of alto-loods SCH, LHMA, BR2.
Route 2': afvoeren met tankwagen naar B05 put LHMA of Belgoprocess.
Route 3': gevulde TN®MW afvoeren naar CBZ.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Route 4': afgeschermd container afvoeren naar CBZ of alto-loods BR2.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

7 Conclusie

RECUMO produceert tijdens zijn uitbatingsperiode standaard en speciale afvalstromen.

Voor standaard afvalstromen bestaan er ACRIA's of specificaties die een aantal fysicochemische en radiologische beperkingen opleggen. Indien deze afvalstromen, samen met een beschrijving van de installatie, opgenomen worden in het erkenningsdossier en NIRAS deze erkenningsdossiers officieel erkent, kunnen deze afvalstromen op een standaard manier afgevoerd worden.

Er werden in de discussies met NIRAS reeds een aantal actiepunten voor deze afvalcategorieën genoteerd die in de detailstudie zullen worden afgewerkt. Deze punten worden hieronder gegeven:

1. Aangepaste gegevens overmaken aan NIRAS betreffende de afvalstromen (o.a. ook voor het hoogactief raffinaat) van zodra bijkomende informatie beschikbaar komt (na testen).
2. Aantonen van de compatibiliteit en stabiliteit van Na-di-uranaat in de bergingssite. Deze nota werd reeds overgemaakt aan NIRAS op 20 maart 2018. NIRAS heeft bevestigd dat deze chemische vorm geen impact heeft op de afvoerscenario's.
3. Opstellen van een goedkeuringsdossier voor de afvoer van de organische (B03) (en waterige (B04)) vloeistoffen. De verwachtingen betreffende dit goedkeuringsdossier zullen tijdens een opvolgvergadering "Erkenningen" besproken worden. Dit dossier kan slechts opgesteld worden na uitvoerige koude en warme testen. De termijn voor de goedkeuring van zo een dossier bedraagt gemiddeld 6 maanden.
4. Opstellen van een contract tussen RECUMO en NIRAS aangaande de gepresteerde uren door NIRAS voor dit project. Het onderlinge contract werd afgesloten op 23/05/2018 met als referentie SCK CEN/ CO-90-11-2903-12, NIRAS/ CCHO 2017-0277/00/00. Het dekt ondermeer de prestaties om samen te zoeken naar een duurzame oplossing om het HLLW te conditioneren zodanig dat NIRAS dit gevitrivierde afval voor finale berging kan accepteren. Periodiek overleg omtrent het reglementair kader vindt plaats met als doel het erkenningsproces hiervoor te faciliteren.

De standaard afvalstromen zullen door het SCK CEN getransporteerd kunnen worden.

Voor de courante speciale vaste afvalstoffen uit de categorie middelactief afval bestaan acceptatiemodaliteiten. Indien de afvalstoffen voldoen aan de criteria opgesomd in deze modaliteitennota's kan het afval worden geaccepteerd door NIRAS via de procedure D06. De afvoer van de 400L vaten zal uitgevoerd worden door externe ophalers.

Voor het hoogactief vloeibaar afval wordt de afvoer van de hoogactieve vloeistoffen via een geschikte transportcontainer naar de installaties van ORANO voor vitrificatie gekozen.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

8 Referenties

[1] Nationaal programma voor het beheer van verbruikte splijtstoffen en radioactief afval, eerste uitgave 2015

[2] Verslag Sub Core Group ACRIA van 15 september 2017, 2017-2070 – P. Vander Henst, 06/10/2017

[3] Overzichtslijst van goedgekeurde documenten met betrekking tot de acceptatiecriteria voor radioactief afval, nota 98-1446, Alfresco website NIRAS

[4] Aangetekende brief "Effluenten stroom B03", SNI/AV/2017-2435, 23/10/2017, S. Nijst

[5] Brief "SCK CEN RECUMO project: vraag van het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle", MBR/HS/2018-0615 van 27/02/2018

[6] Brief "RECUMO-project – haalbaarheid directe afvoer van HAR naar Belgoprocess", UBT/2019-00714/brvh-ksg, 28/02/2019

[7] Space requirements RECUMO, Programma van eisen, SCK CEN/35958719, november 2019.

[8] Etude d'orientation relative au transport et à la vitrification à Orano La Hague, réf. Orano BE SD 19-339 rev.0, Orano 2019.

[9] Comparison of HLLW routes, SCK CEN/36849288, Februari 2020.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

DEEL 2:
ONTMANTELING

1 Kader

De uitbating van elke nucleaire inrichting zal op een zeker moment worden stopgezet, waarna deze inrichting op een veilige manier zal moeten ontmanteld worden; ook de RECUMO-installatie.

Deze activiteiten omvatten zowel het beheer als de afvoer van aanwezige radioactieve stoffen en afval, als de ontsmetting, de afbraak en de verwijdering van radioactieve componenten en structuren.

Het doel van ontmanteling is om het radiologische risico te elimineren en om de installatie in een duurzame eindconfiguratie te brengen die het opheffen van de reglementaire controle op de RECUMO-installatie toelaat.

Met ontmanteling wordt dus bedoeld het geheel van de technische en administratieve verrichtingen waardoor de installatie uit de lijst van geklasseerde installaties wordt geschrapt, overeenkomstig de bepalingen van het KB van 2001-07-20. In dit geval omvat de ontmanteling niet de afbraak van de gebouwen maar wel dat ze vrijgesteld worden verklaard van elke radiologische controle.

Het koninklijk besluit van 1991-10-16 houdende bepaling van de opdrachten en de werkingsmodaliteiten van NIRAS/ONDRAF, vereist van deze laatste in het kader van ontmanteling:

a) Het inzamelen en evalueren van alle inlichtingen die deze Instelling in de gelegenheid stellen programma's op te stellen voor het beheer van het afval dat voortvloeit uit de ontmanteling;
b) Het volgen van de evolutie van de methodologie en van de ontmantelingstechnieken en de bijbehorende kosten, met het oog op de goedkeuring van de ontmantelingsprogramma's en de eventuele uitvoering van de ontmanteling door de Instelling;
c) Het akkoord over het ontmantelingsprogramma.

In dit kader en volgens artikel 5 § 2 van dit KB sluit NIRAS/ONDRAF akkoorden af met de exploitanten dat de aard van de informatie bepaalt die aan NIRAS/ONDRAF moet worden bezorgd inzake de ontmanteling van de nucleaire installaties.

Zo moet de ontmanteling van nucleaire installaties door de exploitant of de financieel verantwoordelijke worden voorbereid lang voordat deze worden stopgezet, ten einde de ontsmettings- en demontageverrichtingen te vergemakkelijken, een optimale veiligheid te behouden, en de ontmanteling uit te voeren door middel van de provisies die daartoe werden aangelegd.

De belangrijkste elementen voor een optimale voorbereiding van de ontmanteling van de RECUMO-installatie zijn:

- Het verzamelen van alle nodige technische informatie om over een nauwkeurige inventaris te beschikken van de staat van de gebouwen en uitrustingen, alsook van hun besmettings- en activeringsniveau, en van de isotopenkenmerken;

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- Het bewaren en in normale werkingstoestand houden van de uitrustingen en toebehoren die gediend hebben tijdens de bouw of de exploitatie en die de ontsmettings- of ontmantelingsverrichtingen mogelijk maken of vergemakkelijken;
- Het rekening houden, tijdens het ontwerp en de exploitatie, met de technieken en oplossingen die de ontmanteling mogelijk maken in de best mogelijke omstandigheden wat de stralingsbescherming, de hoeveelheid radioactieve stoffen, de ontsmetbaarheid, de demonteerbaarheid en de toegankelijkheid betreft.

Hiervoor is reeds in de ontwerpfase van de RECUMO-installatie een preliminaire ontwerpanalyse van de ontmanteling noodzakelijk.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

2 Ontmantelingsstrategie

Er bestaat geen internationale consensus over de ontmantelingsstrategie, onmiddellijke ontmanteling versus uitgestelde ontmanteling. Nochtans is de huidige trend onmiddellijke ontmanteling. IAEA beschouwt de onmiddellijke ontmanteling als de referentiestrategie. Als er toch geopteerd wordt voor een andere strategie, dan dient deze keuze grondig gestaafd te worden.

Op nationaal vlak is er eveneens geen consensus. Hier kunnen we alleen vermelden dat in het geval van de RECUMO-installatie van SCK CEN, zoals de niet meer in gebruik zijnde installaties van Belgoprocess en de installaties van Belgonucléaire en FBFC, er geopteerd werd voor onmiddellijke ontmanteling, en dat tevens voor de andere installaties van SCK CEN dezelfde strategie als basisoptie wordt beschouwd.

De minimalisatie van de stralingsdosis voor de werknemers lijkt op het eerste zicht een argument dat voor een uitgestelde ontmanteling pleit. Inderdaad, een uitgestelde ontmanteling laat toe om de isotopen met een korte halveringstijd te laten vervallen met als gevolg een vermindering in dosis gedurende de ontmantelingswerken. Studies hebben nochtans aangetoond dat een uitgestelde ontmanteling geen significante effecten heeft op de totale collectieve dosis. De reden is dat de vermindering van de collectieve dosis gedurende de ontmantelingswerkzaamheden te wijten aan het radioactief verval gecompenseerd wordt door de collectieve dosis die opgenomen wordt gedurende de toezichtsperiode, d.w.z. de periode tussen de definitieve stopzetting van de installatie en de laatste ontmantelingsfase. In dit specifieke geval van de RECUMO-installatie zullen tevens de radio-isotopen veelal fissieproducten zijn, die een hele lange halfwaardetijd bevatten, waardoor een uitgestelde ontmanteling weinig tot geen effect zal hebben van een radioactief verval.

Op basis van onze huidige kennis van de RECUMO-installatie en na analyse van de bovenvermelde factoren is er geopteerd voor een onmiddellijke ontmanteling na definitieve stopzetting van de installatie. Met onmiddellijk wordt verstaan dat er geen specifieke modaliteiten worden uitgevoerd voor de optie van een radioactief verval. Het eindobjectief van het ontmantelingsproject is om, na de nodige ontmanteling en ontsmetting, tot de vrijgave van het gebouw te komen. Voor een conventionele afbraak van de infrastructuur kan na de vrijgave worden geopteerd.

De specifieke ontmantelingsstrategie zal onder andere de planning van de ontmantelingswerkzaamheden bepalen. De ontmanteling kan in verschillende fases opgesplitst worden, een eerste fase die onmiddellijk na de definitieve stopzetting van de installatie kan plaatsvinden en de verwijdering van de resterende radioactieve vloeistoffen en effluenten evenals de ontmanteling van de uitrustingen en leidingen omvat. Deze eerste fase wordt gedekt door de exploitatiefase. De laatste fase omvat dan de ontmanteling van de besmette onderdelen en de ventilatie. De ontmanteling van een nucleaire installatie eindigt normaliter met de onvoorwaardelijke vrijgave van de installatie.

De keuze van de meest geschikte ontmantelingsstrategie dient rekening te houden met een aantal factoren. De voornaamste factoren zijn:

- De wetten, de normen en de aanbevelingen;
- De kenmerken van de site en de installatie;
- De bescherming van de werknemers, de bevolking en het leefmilieu;

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- De uitvoerbaarheidsaspecten d.w.z. de beschikbaarheid van ontmantelings- en ontsmettingstechnieken en de beschikbaarheid van een verwerkings-, opslag- en bergingsinstallatie voor afval;
- De beschikbaarheid van de fondsen;
- De sociale aspecten;
- De economische aspecten.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

3 Plan van aanpak van de ontmanteling

3.1 Ontmantelingsplan

NIRAS/ONDRAF werd bij de wet van 1991-01-11, en het koninklijk uitvoeringsbesluit van 1991-10-16, onder andere belast met een opdracht op het gebied van de ontmanteling van nucleaire installaties. Deze opdracht omvat het verzamelen en evalueren van de gegevens over het ontmantelingsafval, de goedkeuring van de ontmantelingsprogramma's van de installaties, het vastleggen – in overleg met de exploitanten – van de financieringsvoorwaarden voor de ontmanteling en de uitvoering van deze programma's op verzoek van de exploitant of in geval deze in gebreke blijft.

De exploitanten van nucleaire installaties of elke persoon die vraagt om een nucleaire installatie te exploiteren, zijn verplicht NIRAS/ONDRAF, op hun verantwoordelijkheid en te gelegener tijd, de nodige inlichtingen te verstrekken met betrekking tot de ontmantelingsvooruitzichten van deze installaties, de aard, de hoeveelheden en de datums van overdracht van het resulterende afval, evenals de financieringsvoorwaarden voor de ontmanteling van deze installaties.

Hierbij aansluitend wordt eveneens verwezen naar artikel 9 van de programmawet van 1997-12-12 (verschenen in het Belgisch Staatsblad van 1997-12-18), waarbij NIRAS/ONDRAF belast wordt met het opstellen van een inventaris van alle nucleaire installaties op het Belgische grondgebied.

Bovendien wordt door de Internationale Organisatie voor Atoomenergie (IAEA) in zijn reeks "Safety Guides" voor elke nucleaire installatie de opstelling van een ontmantelingsplan aanbevolen.

Het ontmantelingsplan van de RECUMO-installatie omvat een historisch overzicht van het nucleaire leven van de installatie, zodat een volledige inventaris kan worden opgemaakt van de gebouwen en uitrustingen, met vermelding van hun radiologische toestand. In het plan wordt een globale strategie vastgelegd en wordt de uitvoerbaarheid van de ontsmettings- en demontagewerken nagegaan. Op basis van dit plan wordt het ontmantelingsafval geklasseerd naargelang van zijn uiteindelijke bestemming. Tevens worden de kosten van de ontmanteling geraamd, alsook de provisies die moeten worden aangelegd tijdens de werkingsperiode om de latere kosten van de ontmanteling te dekken.

Het eerste ontmantelingsplan wordt opgesteld bij de ingebruikneming van de RECUMO-installatie.

Men dient ermee rekening te houden dat dit plan tevens zal dienen om een financieringsmechanisme voor de latere ontmanteling te bepalen, of het opbouwritme van de provisies. Na de eerste designfase van de RECUMO-installatie zal trouwens reeds een eerste inschatting worden gemaakt van de totale ontmantelingskosten en dit op basis van de dan gekende gegevens.

De ontmantelingsplannen worden opgesteld door de exploitant of de financieel verantwoordelijke en voor advies voorgelegd in het geval van een initieel plan en voor akkoord voorgelegd in het geval van een finaal plan aan NIRAS/ONDRAF. Door deze procedure is de coherentie van de hypotheses en de methodologie op nationaal vlak en de overeenstemming

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

met de normen gewaarborgd. Het eerste ontmantelingsplan dient uiterlijk één jaar voor het opstarten van de RECUMO-installatie worden opgesteld.

NIRAS/ONDRAF stelde ook aanbevelingen op om hulp te verschaffen bij het opstellen van het ontmantelingsplan voor de betreffende installaties, volgens artikel 3 van het koninklijk besluit houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking en van de werknemers tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, en een zekere standaardisering te verkrijgen op nationaal vlak, zowel vanuit kwantitatief als vanuit kwalitatief oogpunt.

Deze aanbevelingen zullen worden herzien telkens zich op nationaal en/of internationaal vlak een belangrijke evolutie voordoet inzake ontmanteling, en in ieder geval als NIRAS/ONDRAF het nodig acht. De meest recente versie van dit document zal als basis dienen voor het opstellen van de ontmantelingsplannen of voor de herziening ervan. De exploitant moet bij NIRAS/ONDRAF-navraag doen naar de meest recente herziening van dit document.

Het initiële ontmantelingsplan van de RECUMO-installatie wordt om de vijf jaar herzien of met een kortere tussentijd indien de installatie of haar radiologische toestand een belangrijke wijziging ondergaat. Op die manier kan de technische en reglementaire evolutie ter zake gevolgd worden, kunnen de nodige lessen getrokken worden uit de ervaring opgedaan tijdens de voorbije activiteiten en kunnen, indien nodig, de bedragen van de provisies worden aangepast.

Het initiële plan van de RECUMO-installatie evolueert naar een finaal plan voor de installatie of een gedeelte van de installatie en voor de beschouwde fase, op het ogenblik dat de stopzetting beslist is en, behoudens uitzondering, ten minste drie jaar vóór de datum van de stopzetting. Bij het opstellen van een initieel ontmantelingsplan worden op bepaalde punten minder diep ingegaan, terwijl bij een finaal plan op alle aspecten de nadruk dient te worden gelegd.

Voor elke herziening van een ontmantelingsplan dient de exploitant rekening te houden met de laatste versie ervan. Deze versie kan op elk moment bij NIRAS/ONDRAF worden aangevraagd.

Elke herziening dient voor advies of voor akkoord voorgelegd te worden aan NIRAS/ONDRAF.

Het ontmantelingsplan maakt het tevens de exploitant mogelijk essentiële factoren te onderzoeken, zoals de ontmantelingsstrategie die hij wenst te volgen, de geraamde hoeveelheden, de besmettingsniveaus en de radiologische kenmerken van de toekomstige materialen en het toekomstige afval voortvloeiend uit de ontmantelingsverrichtingen, alsook de uitvoeringsplanning van de ontmanteling, ook al lijkt de ontmanteling in bepaalde gevallen nog ver verwijderd. Deze analyse-elementen en de hypotheses waarvan hij zal moeten uitgaan, beïnvloeden in niet onbelangrijke mate de bedragen van de provisies.

De wettelijke voorschriften inzake ontmantelingsvergunningen zijn niet begrepen in de ontmantelingsplannen. Het spreekt vanzelf dat vóór en tijdens de ontmantelingswerkzaamheden zal moeten worden voldaan aan de eisen gesteld in het K.B. van 2001-07-20, of in elk ander toepasbaar K.B.

Een dergelijk ontmantelingsplan dient volgende hoofdstukken te bevatten:

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Hoofdstuk 1 : Inleiding

Hoofdstuk 2: Beschrijving van de installatie

Hoofdstuk 3: Fysische en radiologische inventaris van de installatie

Hoofdstuk 4: Organisatie van het project

Hoofdstuk 5: Ontmantelingsstrategie

Hoofdstuk 6: Beschrijving van de stand-by

Hoofdstuk 7: Ontsmettings- en demontagetechnieken

Hoofdstuk 8: Materiaalbeheer

Hoofdstuk 9: Investeringsplan

Hoofdstuk 10: Onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma

Hoofdstuk 11 :Veiligheidsdossier

Hoofdstuk 12: Kwaliteitszekerheidsprogramma

Hoofdstuk 13: Uitvoeringsplanning van de ontmanteling

Hoofdstuk 14: Kosten en financiering van de ontmanteling

Hoofdstuk 15: Ontmantelingsdossier.

Er wordt opgemerkt dat een ontmantelingsplan wordt opgesteld op basis van de actuele kennis van de installatie, de bestaande ontmantelings- en ontsmettingstechnieken en afvalspecificaties en dito hun huidige gekende kosten.

Bij elke herziening van het ontmantelingsplan van de RECUMO-installatie worden de radiologische karakteristieken van de installatie steeds opnieuw afgetoetst, waarbij een beste inschatting wordt gemaakt van de toestand van besmetting op dat ogenblik. Dit is tevens geldig voor de in de toekomst te gebruiken ontmantelingstechnieken.

3.2 Fysische en radiologische inventaris van de RECUMO-installatie

In het kader van de globale beheercyclus zijn naast de fysische kenmerken de radiologische eigenschappen van de besmette objecten de meest relevante gegevens van de inventaris. Het zijn trouwens in ruime mate deze kenmerken die richtinggevend zijn voor de te volgen ontmantelingsstrategie. Op basis van deze informatie zal het mogelijk zijn een selectie te maken hetzij voor verwijdering, hetzij voor eventuele recyclage of ontsmetting en zo voor mogelijke vrijgave.

De coherente hypothesen en parameters die worden aangenomen in het ontmantelingsplan enerzijds, en in de documenten die deel uitmaken van de ontmantelingsvergunningsaanvraag anderzijds, weerspiegelen zich in de radiologische inventaris.

De inventarisatie van de RECUMO-installatie wordt als volgt uitgevoerd: ter plaatse worden alle onderdelen opgelijst, gewichten worden gedefinieerd door ofwel exacte weging, ofwel door

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

afleiding van gekende gegevens, ofwel, op basis van "as built"-plannen, of nog door berekening op basis van hun afmetingen, ofwel, in het slechtste geval, door loutere inschatting. Deze laatste dient uiteraard tot een minimum te worden beperkt.

Vermits de graad van besmetting in de RECUMO-installatie pas exact kan bepaald worden na het verwijderen van mogelijke bepaalde onderdelen, worden de radiologische gegevens ingeschat op basis van rechtstreekse in situ gemeten dosistempi tijdens inventarisatie. Voor wat betreft de betonnen infrastructuur kunnen voorafgaandelijk boorstalen genomen en geanalyseerd worden.

Een radiologische inventaris per object is in die mate belangrijk dat zij bepalend is voor de keuze van de ontmantelingstechnieken en de daaropvolgende ontsmettings- en/of evacuatie-operaties. De graad van besmetting kan pas nauwkeurig bepaald worden met analyses naargelang de vordering in het ontmantelen van de installatie en zodra de te karakteriseren uitrustingen en infrastructuur op een veilige manier toegankelijk zijn. Daarom is de radiologische inventaris voor de besmette materialen meestal alleen gebaseerd op rechtstreekse metingen in situ van de dosistempi tijdens inventarisatie.

Deze inventaris wordt ingegeven in de door de expertisegroep DDW-MWL ontworpen gegevensbank voor het verzamelen van de gegevens in het kader van de fysische en radiologische inventaris van een nucleaire installatie.

Er bestaat tevens een gebruiksaanwijzing voor het gebruik van deze gegevensbank, teneinde de expertisegroep DDW-MWL toe te laten de kosteninschatting van de latere ontmanteling van de RECUMO-installatie enerzijds en de inschatting van de materiaal- en afvalhoeveelheden geproduceerd bij deze ontmanteling anderzijds uit te voeren.

3.3 Berekening van de ontmantelingskosten

De kosten voor de ontmanteling van de RECUMO-installaties worden berekend aan de hand van de fysische en radiologische inventaris opgesteld tijdens de inventarisatie (zie vorig punt). Er wordt rekening gehouden met de omstandigheden van het jaar voor het lopende jaar voor zowel het wettelijke kader met inbegrip van de vrijgaveniveaus als voor de tarieven van het radioactief afval en van de ontmantelingsoperaties. Deze inventaris houdt echter geen rekening met uitbatingsafval of met vorige uitgevoerde saneringswerkzaamheden. De berekende kosten worden bovendien met beheerskosten en een bedrag voor onzekerheden vermeerderd. De methodologie die toegepast wordt om de ontmantelingskosten te ramen van de RECUMO-installatie is dezelfde als deze gebruikt door SCK CEN voor hun eigen patrimonium namelijk de eenheidskostmethodologie.

De totale ontmantelingskost is opgesplitst volgens onderstaande groepen:

1. *Ontsmetting van infrastructuren* omvat de kosten voor de verwerking van vloeren (inclusief vloerbekleding), wanden en plafonds, in de optiek van hun vrijgave. De kosten voor radiologische metingen van de infrastructuren, de uitrustingen en het radioactief afval zijn in groep 4 inbegrepen.
2. *Ontsmetting van uitrustingen* omvat de kosten voor het kuisen van uitrustingen (bv. ventilatiekokers en pijpleidingen) door gebruik van handmatige, abrasieve en chemische ontsmettingstechnieken.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

3. *Ontmanteling/demontage van uitrustingen* omvat de kosten van de demontage en versnijding van de uitrustingen als voorbereiding op hun latere behandeling als te ontsmetten of te recycleren materialen en/of als radioactief afval.
4. *Radiologische metingen* omvatten de kosten van de radiologische karakterisering van de infrastructuren, de uitrustingen en het radioactief afval. De kosten voor stralingsbescherming zijn al in de groepen 1 t.e.m. 3 inbegrepen.
5. *Afval* omvat de kosten van verpakking, transport, verwerking, conditionering, opslag en berging van het primaire en het secundaire radioactief afval en de kosten voor het recycleren en hergebruik van materiaal.
6. *Investeringen* voor materiaal en gereedschap.
7. *Onderzoeks- en ontwikkelingsprogramma* (O&O).
8. *Onderhoud en toezicht* omvatten de kosten van het onderhoud en toezicht tijdens de ontmanteling.
9. *Beheer van het programma, studies en opvolging* omvat niet alleen de beheerkosten van het project maar ook al de bijkomende administratieve kosten zoals:
   - Het opstellen van het finale ontmantelingsplan en de documenten die nodig zijn om de ontmantelingsvergunning te bekomen;
   - Het opstellen van erkenningsdossiers en karakteriseringsdossiers voor het ontmantelingsafval;
   - Het algemeen beheer van het ontmantelingsproject inclusief de specifieke vergunningsaanvragen;
   - het opstellen van "final survey report" en van het ontmantelingsverslag.
10. *Vergunningen* dekken de kosten van o.a. het FANC en NIRAS/ONDRAF (analyse en opvolging van ontmantelingsplan, ontmantelingsvergunning, vervoervergunningen en specifieke overeenkomsten en heffingen).
11. *Belastingen en verzekeringen*.
12. *Algemene onzekerheidsmarge*.

De toepassing van de eenheidskostmethodologie op de inventaris geeft de kosten van de groepen 1 t.e.m. 5 van de hierboven vermelde gedetailleerde lijst. De kosten van de groepen 6 t.e.m. 8 houden rekening met de bijzonderheden van het ontmantelingsproject. Een algemene onzekerheidsmarge van 10% is op de groepen 1 t.e.m. 8 toegepast. De kosten van de groepen 9 t.e.m. 11 worden becijferd o.a. op basis van een gedetailleerde analyse van bestaande overeenkomsten, wetten en KB's. Die gedetailleerde analyse houdt al rekening met een specifieke onzekerheidsmarge.

De subrubrieken van elke kostengroep zijn opgesplitst in vier deelkosten:

1. Werkingskosten, zoals personeelskosten, sociale zekerheid en wettelijke bijdragen;
2. Kosten voor materialen en uitrustingen;
3. Uitgavekosten, zoals taksen, verbruiksgoederen;
4. Onzekerheden (specifieke provisie voor onvoorziene kosten).

De uitvoeringskosten bevatten de kosten voor prestaties, aankopen en afschrijvingen van investeringen die verbonden zijn aan de ontmanteling, de ontsmetting, de karakterisering, de (onvoorwaardelijke) vrijgave van materiaal. Ze worden geraamd op basis van de jarenlange ervaring die SCK CEN heeft in het kader van ontmantelingsprojecten.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Om de nodige geldmiddelen ter beschikking te stellen voor de ontmanteling van een stopgezette nucleaire installatie dient SCK CEN provisies aan te leggen tijdens de werkingsperiode van de installatie. Deze provisies worden zo berekend dat het totale bedrag, dat gevormd is op het ogenblik van de stopzetting, alle kosten ten gevolge van de ultieme fase van de installatie kan dekken, d.w.z. de voorbereiding van de ontmanteling, de ontsmetting, het min of meer langdurige onderhoud, de demontage, alsook de verwerking, de conditionering en de berging van het afval dat tijdens deze fase voortgebracht wordt.

De kosten van de ontmanteling, en bijgevolg de aan te leggen provisies, zijn dus afhankelijk van velerlei factoren, die vaak niet of weinig gekend zijn tijdens de exploitatieperiode van de RECUMO-installatie. Daarom is het noodzakelijk sommige van deze factoren te bestuderen, en zo spoedig mogelijk realistische hypotheses vast te leggen om provisies aan te leggen die het best de kosten van de latere ontmanteling zullen dekken.

3.4 Ontmantelingsvergunning

De vergunninghouder blijft wettelijk en financieel verantwoordelijk voor de ontmanteling van zijn installatie tot de onvoorwaardelijke vrijgave van de site. De ontmantelingsstrategie, die door de vergunninghouder gekozen is, moet verenigbaar zijn met het nationale beleid op het gebied van:

- De bescherming van de werkers, de bevolking en het leefmilieu;
- Het beheer van radioactief afval.

Zoals het Koninklijk besluit van 2001 voorschrijft zal de vergunninghouder van deze installaties een ontmantelingsvergunningsaanvraag bij het FANC indienen. Deze vergunning zal worden aangevraagd bij de stopzetting van de RECUMO-installatie.

De ontmantelingsvergunningsaanvraag bevat ook het advies van NIRAS/ONDRAF op het finale ontmantelingsplan. NIRAS/ONDRAF werd hiervoor door de wet van 1997-12-12 en van 1991-01-11 en het Koninklijk Besluit van 1991-10-16 belast met een opdracht op het gebied van de inventarisatie van en het toezicht op de ontmantelingsprogramma's van nucleaire installaties. Door dit wettelijke kader wordt NIRAS/ONDRAF belast o.a. met de evaluatie van de doenbaarheid van het ontmantelen van een inrichting op technisch en financieel vlak.

Deze ontmantelingsvergunningaanvraag omvat onder andere een veiligheidsdossier, een Milieu Effect Rapport, het advies van NIRAS/ONDRAF "inzake de aspecten die betrekking hebben op haar bevoegdheden en de voorstellen die dienaangaande door deze Instelling zijn geformuleerd" en de ontmantelingsvergunning zelf.

a) VER

Het eerste luik van de ontmantelingsvergunningsaanvraag omvat het VeiligheidsRapport.

Deze veiligheidsanalyse wordt geformaliseerd in het VER voor ontmanteling, wat een document is dat de exploitant engageert tot aan de finale vrijgave van de site en de opheffing van de reglementaire controle op zijn inrichting.

b) MER

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Het tweede luik van de ontmantelingsvergunningsaanvraag omvat het MilieuEffectenRapport, dat eveneens de exploitant engageert tot aan de finale vrijgave van de site en de opheffing van de reglementaire controle op zijn inrichting.

c) Advies van NIRAS/ONDRAF inzake ontmantelingsvergunningsaanvraag

Het derde luik van de ontmantelingsvergunningsaanvraag omvat het advies geformuleerd door NIRAS/ONDRAF op de voorgelegde aanvraag.

d) Ontmantelingsvergunning

Het vierde luik van de ontmantelingsvergunningsaanvraag is de aankondiging van de ontmantelingsvergunning zelf, welke gebeurt per koninklijk besluit.

3.5 Ontmantelingsdossier

Gezien het belang en de omvang van de ontmantelingswerken en teneinde de traceerbaarheid van de verrichtingen, de materialen en het afval te garanderen, moet een ontmantelingsdossier worden opgesteld naar het voorbeeld van het constructiedossier dat opgesteld wordt tijdens de realisatiefase van de installatie. Dit ontmantelingsdossier zal worden samengesteld naarmate de ontmanteling vordert.

Het ontmantelingsdossier geeft een overzicht van het ontmantelingsproject en kan fungeren als aanvraag tot declassering van de betreffende RECUMO-installatie.

Het ontmantelingsdossier bevat tenminste de volgende elementen:

a) De technische beschrijving van de ontmantelde installatie
   Het gaat hier over een technische beschrijving en een historisch overzicht van de ontmantelde installatie. Naast de geografische lokalisatie van de site en van de installatie op de site, bevat de technische beschrijving de burgerlijke bouwplannen ("as build") van de betreffende installaties en de lay-out plannen van de bijbehorende uitrustingen.
   De bedoeling van deze beschrijving is de omvang, de randvoorwaarden en de moeilijkheidsgraad van de ontmanteling duidelijk te beschrijven. Bijzondere aandacht zal gegeven worden aan de na ontmanteling overblijvende gebouwen met hun eventuele gebruiksbeperking.
b) De fysische en radiologische inventaris en de isotopeninhoud
   De fysische en radiologische inventaris geeft de toestand van de installatie weer zoals gekend op datum van het opstellen van het (finaal) ontmantelingsplan en de herzieningen van deze inventaris in functie van de mappingen die voorafgaandelijk aan de ontmantelingswerkzaamheden uitgevoerd worden.
   Elke herziening van deze fysische en radiologische inventaris zal worden voorzien op vooropgestelde referentiedata.
c) De gekozen ontmantelingstrategie *in casu* de onmiddellijke ontmanteling
   De gekozen ontmantelingstrategie in casu de onmiddellijke ontmanteling wordt beschreven en elke afwijking t.o.v. de oorspronkelijk gekozen strategie zal beschreven en gemotiveerd worden.
d) De gebruikte ontsmettings- en ontmantelingstechnieken
   De ontsmettings- en ontmantelingstechnieken die voor de belangrijkste ontmantelingswerkzaamheden gebruikt werden zullen beschreven worden. Hun

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

beschrijving zal details over hun toepassingsgebieden en over de positieve en negatieve ervaring in het gebruik van deze technieken bevatten.

e) De goedgekeurde radiologische methodologieën en criteria die gebruikt worden voor het categoriseren van de materiaalstromen, het karakteriseren van het afval en het vrijgeven van materialen, infrastructuur en site
   De goedgekeurde radiologische methodologieën en criteria die gebruikt worden voor het categoriseren van de materiaalstromen, het karakteriseren van het afval en het vrijgeven van materialen en infrastructuur zullen beschreven worden met hun referentie aan officiële documenten. Als er afwijkingen zijn tussen de toegepaste radiologische methodologieën en criteria, en deze die op het ogenblik van het opstellen van het finaal ontmantelingsplan bestonden, zullen deze in het ontmantelingsdossier toegelicht worden om de impact op het ontmantelingsproject duidelijk te maken.
f) De kwantitatieve en kwalitatieve inventaris van de materialen en het radioactief afval
   Dit punt bevat een vergelijking tussen het voorziene en het gerealiseerde materiaalstroomoverzicht. Elke significante afwijking zal in het ontmantelingsdossier toegelicht worden om de oorzaken ervan te verduidelijken. Ook het gewicht per eindbestemming zal gegeven worden.
   Gegevens i.v.m. gasvormig en vloeibare effluenten zullen ook gegeven worden.
g) De details van de radiologische incidenten en/of ongevallen tijdens de ontmantelingsfases
   Een overzicht van de radiologische incidenten en/of ongevallen tijdens de ontmanteling zal opgesteld worden met identificatie van de oorzaken en de correctieve/preventieve maatregelen.
h) De collectieve stralingsdosissen van het personeel tijdens de ontmantelingsfases
   Hier is er voorzien om de collectieve stralingsdosissen per ontmantelingswerkpakket weer te geven inclusief de gecumuleerde stralingsdosis in functie van de tijd. Deze gegevens zullen voorzien worden van de nodige commentaren.
i) De eventuele beperkingen voor het hergebruik van de installatie
   Het gaat hier over een technische beschrijving van het eindresultaat dat met dit ontmantelingsproject bereikt is. De beschrijving omvat een opsomming van de na ontmanteling overblijvende gebouwen met hun eventuele gebruiksbeperkingen.

Deze elementen van het ontmantelingsdossier zullen voorzien worden van de nodige referenties aan officiële documenten, reglementeringen en wetgeving.

Voor het finale plan van de RECUMO-installatie beschrijft de exploitant de organisatie en de inhoud van het ontmantelingsdossier, alsmede hoe de tracabiliteit van de ontmanteling zal worden aangepakt. Het gaat om de concrete uitwerking van het ontmantelingsdossier. Hier worden dus eveneens de modaliteiten van opstelling en het beheer van het dossier beschreven.

Dit document zal door de exploitant worden gebruikt om de financiële en budgettaire opvolging van de ontmanteling uit te voeren, en zal NIRAS/ONDRAF in de mogelijkheid stellen een opvolging te verzekeren volgens haar bevoegdheden.

Om het opstellen van dit ontmantelingsdossier te vergemakkelijken en van de nodige details te voorzien, zal gedurende het ontmantelen van de RECUMO-installatie uitvoerig gebruik worden gemaakt van bestaande databases reeds in gebruik voor het ontmantelen van BR3 en andere installaties. Deze databases zijn :

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- *INVENTAR: INVENTARis database*
  Module die de fysische en radiologische inventaris van de infrastructuur en uitrustingen van de RECUMO-installatie zal bevatten inbegrepen herzieningen en referentiedatums.
- *MBS2002: Materiaal Beheer Systeem*
  Module die de naspeurbaarheid van ontmantelingsmateriaal verzekert vanaf de productieplaats (oorsprong in de RECUMO-installatie) tot en met de afvoer via de vrijgave, het hergebruik- of het radioactief afval- circuits.
- *DRAB : Database Radioactive Waste Management*
  Module die de ophalingsformulieren voor NIRAS/ONDRAF beheert evenals de archivering van alle gegevens i.v.m. het afgevoerd radioactief afval.
- *CMD : Concrete Management Database*
  Module die de ontmantelingsfazen van de betoninfrastructuur (de karakterisatie, de ontsmetting en de vrijgave) beheert.
- *REX : Return of EXperience database*
  Module die voor elke ontmantelingfaze een overzicht geeft in termen van duurtijd, individuele en collectieve dosissen, kosten per aard (personeelskosten, afvalkosten, aankoopkosten enz.).
  Vanuit operationeel standpunt wordt de ervaringsfeedback van vergelijkbare ontmantelingsprojecten gevaloriseerd om de interventiestrategie te verfijnen, de te gebruiken technieken te kiezen, de personeelsbehoeften te plannen, of de geproduceerde afvalvolumes te schatten.
  Om nuttig zijn voordeel te kunnen halen uit de beschikbare ervaringsfeedback is de exploitant ertoe gehouden om de relevante gegevens die afkomstig zijn van andere werven in België (en in het buitenland) te verzamelen en te analyseren en om de mogelijke toepassingen voor zijn inrichting te voorzien. De verworven ervaring binnen de inrichting moet zelf worden gevaloriseerd voor de verderzetting van de resterende operaties.

Deze databases vormen een geïntegreerde software die automatisch updates van elke database toelaat.

Naast deze databases zal elk officieel en definitief document met betrekking tot het ontmantelen van de RECUMO-installatie gearchiveerd worden in een Knowledge Management Database (KMD). Deze KMD zal o.a. bevatten:

- het finaal ontmantelingsplan
- het ontmantelingsvergunningsdocument (inclusief Milieu Effecten Rapport (MER) en Veiligheid Effecten Rapport (VER))
- QA zorgsysteem
- per ontmantelingswerkpakket:
  - het lastenboek, de offertes, de geselecteerde offerte, indien een aanbesteding wordt uitgeschreven
  - de ALARA studie
  - de veiligheidsstudie
  - de werfinstructie
  - het incidenten- en ongevallenrapport
  - het Return of EXperience (REX) rapport

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

4 Organisatie van het ontmantelingsproject

De strategie voor onmiddellijke ontmanteling van de RECUMO-installatie kan als volgt in een aantal werkpakketten samengevat worden :

Werkpakket 1 : Vergunningsprocedure

- het bepalen van de uiteindelijke oplossing voor de nucleaire materialen;
- het bepalen van de finale bestemming voor de diverse materiaalstromen;
- het opstellen van de finale fysische, toxische en radiologische inventaris;
- het opstellen van de gedetailleerde ontmantelingsplanning;
- het opstellen van het finale ontmantelingsplan en het verkrijgen van het advies van NIRAS/ONDRAF;
- het opstellen van het ontmantelingvergunningsaanvraag en goedkeuring van de FANC.

Werkpakket 2 : Ophaling van de nucleaire materialen, radioactieve bronnen en vloeistoffen

- de verpakking en de ophaling van de radioactieve bronnen en uitbatingsafval;
- het afvoer van de radioactieve effluenten.

Werkpakket 3 : Aanpassing van de Laboratoria voor hun ontmanteling

- de zoneafbakening;
- het opbouwen van een versnijdingsatelier, de ontsmettingsateliers (en een opslagruimte voor afval in afwachting van ophaling);
- de controle van de werktuigen en nutsvoorzieningen en het aanschaffen van het nodige
- materieel.

Werkpakket 4 : Ontmanteling van de uitrustingen en andere onderdelen

- het aanschaffen van de nodige werktuigen;
- het ophalen van de onbesmette onderdelen en uitrustingen;
- de demontage en versnijding van het besmette meubilair en losse uitrustingen;
- de ontmanteling van de hotcellen, handschoenkasten en zuurkasten;
- de ontmanteling van de nutsvoorzieningen;
- het beheer van de geproduceerde afvalstromen;
- de vrijgave via ontsmettingstechnieken of smelten;
- het hergebruik;
- het radioactieve afval.

Werkpakket 5 : Ontmanteling van de besmette infrastructuur (beton)

- het aanschaffen van de nodige werktuigen;
- het ontmantelen van de besmette betoninfrastructuur;
- het beheer van de geproduceerde afvalstromen;
- de eventuele vervalstockage;
- het radioactieve afval.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

5 Veiligheid en kwaliteit in de ontmanteling

Voor de eigenlijke ontmantelingswerkzaamheden dient een veiligheidsdossier te worden opgesteld dat onder andere volgende punten behandelt:

a) Veiligheidsmaatregelen gedurende de periode na het stilleggen van de RECUMO-installatie en vóór de aanvang van de ontmantelingswerkzaamheden
   Tijdens deze periode blijven de radiologische controle- en meetkringen, de branddetectie, evenals de ventilatie in werking. Dit alles vereist een beperkt toezicht en onderhoud op regelmatige basis.
b) Veiligheidsmaatregelen gedurende de ontmantelingswerkzaamheden
   Deze maatregelen omvatten zowel de aspecten van klassieke als nucleaire veiligheid en bestrijken onder andere elektrische en mechanische beveiligingen, het dragen van aangepaste werkkledij tot dosisdebiet- en besmettingsmetingen toe.
   Het dient aanbeveling dat voor elke "aanzienlijke" ontmantelingsoperatie, ontsmetting en afvoer van speciaal afval een veiligheidsrapport, met inbegrip van een globale dosisschatting en eventueel zwaarst denkbaar ongeval, wordt geschreven. Deze rapporten dienen ter goedkeuring voorgelegd te worden aan de lokale dienst voor stralingsbescherming en maken daarna deel uit van de respectievelijke werkinstructies.
c) Vereiste vergunningen en keuringsattesten
   De exploitant dient te beschikken over de nodige vergunning(en) om tot ontmanteling over te gaan. Een aanpassing van de bestaande uitbatingsvergunning is eventueel mogelijk.
   Toestellen en apparatuur eigen aan de installatie en die gebruikt worden bij de ontmantelingswerken moeten voorzien zijn van geldige keuringsattesten.

Het kwaliteitszekerheidsprogramma dient reeds geïmplementeerd te worden bij het opstellen van de "Work Breakdown Structure" (planning en opstellen van de verschillende werkpakketten) van de werkzaamheden. Het bevat in hoofdzaak voor elk werkpakket een beschrijving van het te bereiken doel en de hiervoor gebruikte procedures, instructies, leidraden en plannen. Ter illustratie volgt hierna een mogelijke structuur van hoe een dergelijk werkpakket dient beschreven te worden.

1. Algemene inlichtingen
2. Inhoudstafel
3. Onderwerp
4. Definities
5. Beschrijving en doel van het werkpakket
6. Beschrijving methodologie
7. Middelen
8. Controle van de resultaten
9. Rapportering
10. Referenties

De punten waarop het kwaliteitszekerheidsprogramma in dit geval kan toegepast worden zijn:

- ontmantelingswerkzaamheden;
- ontsmettingsoperaties;
- controlemetingen m.b.t. veiligheid van personeel en omgeving (dosistempo, besmetting, luchtbemonstering);

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- karakterisatiemetingen m.b.t. afval, voorwaardelijke/onvoorwaardelijke vrijgave, recyclage;
- afvoer van radioactief afval inclusief transport.

Het is vanzelfsprekend dat er binnen het kwaliteitszekerheidsprogramma eveneens gezorgd wordt voor:

- een gestructureerde organisatie met aanduiding van verantwoordelijkheden;
- archivering van alle documenten;
- inspectie en controle;
- eventuele correctieve acties.

Kwaliteit en veiligheid gaan hand in hand, dus in deze optiek is ook het veiligheidsdossier met meer specifiek het VCA te raadplegen.

Eventueel kan er nog worden uitgebreid met het gecertifieerde QA-zorgsysteem.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

6 Ontmantelingstechnieken

6.1 Inleiding

Vele van de voornaamste technieken die worden gebruikt of kunnen worden gebruikt om de infrastructuur en uitrustingen te ontmantelen en/of behandelen werden en worden nog steeds onderzocht en uitgetest bij de ontmanteling van bestaande installaties.

De betrokken technieken kunnen worden ingedeeld volgens besmettingscategorie en zijn beknopt hierna weergegeven.

Praktisch gezien kunnen op basis van de radiologische eigenschappen van de besmette objecten, drie algemene ontmantelingsscenario's worden vooropgesteld voor deze besmette uitrustingen en infrastructuren.

- Het dosisdebiet in contact is verwaarloosbaar en het stuk heeft een lage besmettingsgraad. De keuze van de technieken gebeurt hierbij zeer pragmatisch. Het betreft hier voornamelijk versnijdingstechnieken zoals gekend in de conventionele niet-nucleaire industrie.
- Het dosisdebiet in contact is voldoende laag zodat er hands-on kan gewerkt worden, maar het gevaar op besmetting is groot. De technieken dienen hierbij toegespitst te worden op een minimale cross-contaminatie van de omgeving en een minimale productie van secundair afval. Bovendien dienen de werken, indien mogelijk, uitgevoerd te worden in een van de omgeving afgeschermde ruimte om besmetting van de omgeving zoveel mogelijk te vermijden.
- Een hoog dosisdebiet en een hoge besmettingsgraad. In deze situatie tracht men het dosisdebiet en de besmettingsgraad hands-off zo ver als technisch en economisch mogelijk te verlagen totdat een aanvaardbaar niveau bereikt is waarbij rechtstreekse interventies mogelijk zijn.

6.2 Ontmantelingstechnieken voor besmette objecten

Voor ontmantelingstechnieken die worden gebruikt voor de versnijding van laag actieve besmette uitrustingen en metalen besmette infrastructuren wordt vooral aan volgende onderstaande technieken gedacht.

- *Mechanische versnijding d.m.v. een cirkelzaag of een freeszaag*
  De mechanische versnijding door middel van een elektrisch, pneumatisch of hydraulisch aangedreven cirkelvormig zaagblad wordt frequent toegepast in de industrie en laat het versnijden van dikke metalen stukken toe (ongeveer tot 15 cm). Het geproduceerde secundaire afval (metalen spaanders en zaagsel) is eenvoudig te verzamelen.
  Het toepassingsgebied van deze techniek is het versnijden van cilindrische objecten zoals pijpwerk, vaten, kuipen, enz. en het verkleinen van handschoenkasten en cellen.
- *Mechanische versnijding door middel van een lintzaag*
  Het zaagblad draait, zoals bij een kroon, rond een aantal wielen die door een arm gedragen worden. De apparatuur is relatief volumineus en dient voor sommige toepassingen wel aangepast te zijn voor het werken onder water en via afstandssturing. De afmetingen van de geproduceerde spaanders en zaagsel zijn kleiner dan deze bij de cirkelzaag. Dit soort werktuigen vereisen een toegankelijkheid langs beide zijden van het werkstuk en de dikte van de werkstukken is beperkt tot ongeveer 10 cm.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Het toepassingsgebied van deze techniek is het versnijden van grote (afvoer-)leidingen, reservoirs, enz.

- *Mechanische versnijding d.m.v. een hydraulische schaar*
  Door een hydraulische cilinder worden de twee messen van de schaar gesloten. Dit systeem is snel en gemakkelijk te hanteren maar kan alleen gebruikt worden voor het versnijden van buizen met een beperkte diameter en dunne metalen plaatjes. Bij buizen met een kleine diameter worden de buisuiteinden tijdens het snijden dichtgeknepen. Hierdoor wordt inwendige decontaminatie moeilijker tot zelfs onmogelijk. Voordelen van dit systeem zijn echter de hoge uitvoeringssnelheid evenals de afwezigheid van secundaire afval productie.
  Het toepassingsgebied van deze techniek is het versnijden van buizen tot maximaal 300 mm diameter en 3 mm dik en van stalen platen en staven tot 6 mm dikte bv. ventilatiekokers, wanden warme cellen, e.a.
- *Mechanische versnijding d.m.v. een pneumatische of elektrisch aangedreven zaag*
  Het betreft hier een versnijdingsgereedschap dat wordt geplaatst op de omtrek van het werkstuk. Het werkstuk wordt versneden door telkens een laag van het materiaal weg te snijden. Het gereedschap draait hierbij in zijn geheel rond het werkstuk. Dit systeem wordt gebruikt voor buizen met een grotere diameter of dikte. Daar de buiseinden bij deze techniek open blijven, blijft inwendige decontaminatie mogelijk.
- *Mechanische versnijding d.m.v. een slijpschijf*
  Met dit gekende handwerktuig kan een grote diversiteit van materialen en vormen versneden worden. Het slijpproces genereert een continue stroom van gensters waardoor contaminatie controle van groot belang is. Het slijpproces wordt daarom door de operatoren vaak uitgevoerd in een aparte afgeschermde ruimte met de nodige persoonlijke beschermingsmiddelen zoals ademhalingsbescherming, beschermende kleding, e.a. Slijpschijven met twee tegengesteld draaiende slijpbladen hebben als voordeel dat de krachten op het toestel worden gecompenseerd met als direct gevolg dat de gebruiksvriendelijkheid en de veiligheid verhogen.
  Het toepassingsgebied van deze techniek is de ontmanteling pijpwerk, vaten, kuipen, enz., het verkleinen van handschoenkasten en cellen en het doorslijpen van kabels.
- *Mechanische versnijding d.m.v. een knabbelschaar*
  Handwerktuig voor het versnijden van dunne metalen voorwerpen zonder dat er stof of secundair afval gevormd wordt. De schaar bestaat uit een paar snijbladen die met behulp van een afschuifkracht het werkstuk kunnen snijden. Beide bladen kunnen, afhankelijk van de te snijden dikte, gelijk een huis, tuin en keukenschaar of parallel ten opzichte van elkaar gemonteerd zijn. Het voordeel van deze techniek is dat er geen secundair afval wordt geproduceerd maar is daarentegen wel beperkt in gebruik.
  Het toepassingsgebied bestaat hoofdzakelijk uit het verkleinen van metalen platen zoals wanden van cellen en ventilatiekokers en het doorknippen van metalen baren.
- *Mechanische bewerking d.m.v. kleine handwerktuigen zoals een handzaag en de manuele buizensnijder*
  Wordt hoofdzakelijk gebruikt bij de afbraak van de uitrustingen.
- *Versnijding d.m.v. elektro-erosie (Electric Discharge Machining)*
  Het versnijden gebeurt onder invloed van een elektrische ontlading. De ontlading gebeurt, in tegenstelling tot boogprocessen, ergens tussen het werkstuk en de elektrode. De hoge energiedichtheid van de ontlading laat het werkstuk plaatselijk verhitten waardoor het metaal smelt en verdampt door plotse expansie. Op deze wijze

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

wordt dus materiaal weggeblazen uit de kerf. Om het proces te starten dient de elektrode dicht bij het werkstuk gepositioneerd te worden. De ruimte tussen het werkstuk en de elektrode dient opgevuld te worden door een diëlektrische vloeistof.
EDM kan toegepast worden bij de ontmanteling voor het verkleinen van afschermingen en andere grotere infrastructuren.

- *Versnijding d.m.v. de plasmatoorts*
  Het plasma, ontstaan ten gevolge van de elektrische boog tussen elektrode en werkstuk, laat het werkstuk plaatselijk smelten en verdampen. Het thermisch plasma is een verhit gas of een mix van gassen bestaande uit ionen, elektronen en neutrale atomen. Gebruikte plasma gassen hiervoor zijn bijvoorbeeld argon en helium, polyatomische gassen zoals stikstof of waterstofgas of lucht. Het gesmolten metaal wordt uit de kerf geblazen door het hoog kinetische plasma-gas dat uit de toorts komt. Het plasma-versnijdingsproces kan worden gebruikt voor de versnijding van metalen van grote dikte, bijvoorbeeld wanden van cellen, enz.
- *Versnijding d.m.v. een gasbrander*
  Het merendeel van de proceswarmte komt vrij bij de exothermische verbranding van het werkstuk. De restende warmte komt vrij bij de verbranding van het gas in zuurstof. De resulterende vlam verwarmt het werkstuk tot boven zijn ontstekingstemperatuur waarna zuurstof wordt toegevoegd opdat het werkstuk opbrandt. Twee typen brandstoffen kunnen gebruikt worden: gassen (bv. acetyleen, propaan, methaan,…) en vloeibare brandstoffen.
  Deze techniek kan in uitzonderlijke gevallen toegepast worden mits lokale afzuiging van de geproduceerde gassen.
- *Versnijding door middel van hogedruk-waterstraalsnijden (HPWJC – High Pressure Water Jet Cutting)*
  Deze versnijdingstechniek maakt gebruik van een waterstraal die onder hoge druk uit de spuitkop stroomt en wordt veelvuldig toegepast in de industrie. Wanneer de waterstraal een materiaal raakt zal ten gevolge van de hoge kinetische energie van de waterdeeltjes een snijdend effect ontstaan. Om het snijdend effect te verhogen voegt men soms harde deeltjes, het zogenaamde abrasief, toe aan deze waterstraal. Wanneer de spuitkop verbonden is met een computergestuurd geleidingssysteem of aan een robotarm kunnen er complexe en nauwkeurige contouren gesneden worden in een groot gamma van verschillende materialen. Doordat de waterstraal een zeer kleine diameter heeft, verkrijgt men een fijne snede en zal dus weinig materiaal weggenomen worden. Gebruikt men daarentegen een abrasief dan zal het secundair afval aanzienlijk toenemen.
  Deze techniek kan worden gebruikt met behulp van een robotarm voor de versnijding van vaten en dubbelwandige tanken.

Voor de ontmanteling van elektrische componenten zal in eerste instantie beroep gedaan worden op eenvoudige demontage- of versnijdingstechnieken om bv. het elektrische gedeelte van de aangedreven componenten te scheiden. Nadien zullen de componenten verder gescheiden worden in functie van hun radioactieve en chemische aard. Wat bv. elektrische kabels betreft kan, indien nodig in het vrijgave proces, een shredder gebruikt worden om de isolatiemantel van de elektrische geleider te scheiden.

Voor de ontmanteling van de gebouwinfrastructuur spitsen de technieken zich voornamelijk toe op muren, vloeren en plafonds in beton en steen. Besmette oppervlakken worden bij

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

voorkeur voorafgaandelijk gewassen. Deze techniek laat een eerste ontsmetting toe en is uiterst efficiënt voor geverfde en licht besmette oppervlakken. Ze kan zowel manueel als machinaal uitgevoerd worden.

Voor de zwaar besmette infrastructuren dient men agressievere methoden toe te passen. Het besmette oppervlak wordt tot een gepaste diepte verwijderd en afgevoerd als radioactief afval. Verscheidene mechanische technieken kunnen hiervoor gebruikt worden, maar tijdens de werken dient er voor elke techniek een efficiënte afzuiging te worden voorzien zodat cross-contaminatie zo veel mogelijk wordt vermeden.

Voor ontmantelingstechnieken die worden gebruikt voor de ontmanteling van de gebouwinfrastructuur wordt vooral aan volgende onderstaande technieken gedacht:

- *Ontmanteling door middel van een drilboo*r
  Dit is een gekende industriële toepassing waarbij de aandrijving meestal pneumatisch gebeurt.
  Het toepassingsgebied is:
  - besmette vloeren in de diverse lokalen (besmettingsdiepte > 10 mm);
  - besmette betonnen putten.
- *Ontmanteling door middel van een afbikmachine*
  De oppervlaktelaag van betonnen of stenen wanden wordt verbrijzeld door een aantal wolfraamcarbide koppen die tegen een hoge snelheid heen- en weergaande bewegingen uitvoeren. Het verpulverd materiaal wordt opgezogen en in vaten verzameld.
  Het toepassingsgebied zijn grote wanden met een geringe besmettingsdiepte.
- *Ontmanteling door middel van een freesmachine met diamantschijven*
  Omwille van een aantal diamantschijven die naast elkaar geplaatst zijn wordt het beton over een diepte van enkele mm weggeslepen.
  Het toepassingsgebied zijn grote vloeroppervlakken met een geringe besmettingsdiepte.
- *Ontmanteling door middel van gediamanteerde werktuigen zoals de diamantzaag en diamantfrees*
  Hierbij wordt het te behandelen object (beton) in handelbare blokken gezaagd.
  Het toepassingsgebied bestrijkt hoofdzakelijk de grote betonstructuren.

6.3 Ontsmettingstechnieken

Decontaminatietechnieken zijn één van de belangrijkste technische ingrepen die kunnen toegepast worden op radioactief materiaal. Nochtans komt niet elk materiaal hiervoor in aanmerking. De bedoeling van deze behandeling is de radiologische besmetting van materialen maximaal te ontdoen van de aanwezige radioactieve stoffen. Naargelang de decontaminatiefactor die bereikt wordt kan het bijdragen tot gedeeltelijke of algehele decategorisatie van het bewuste materiaal. Tevens belet niets de ontsmetting zover te drijven dat het materiaal geschikt wordt bevonden hetzij voor recyclage, hetzij voor vrijstelling wanneer een economische analyse aantoont dat dit de meest geschikte en rationele oplossing blijkt te zijn op voorwaarde dat in géén geval de veiligheidsomstandigheden in het gedrang worden gebracht.

Elementaire ontsmettingstechnieken zoals stofzuigen en afwassen met speciale ontsmettingsmiddelen moeten, indien mogelijk, eerst toegepast worden. Daarna kan er

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

overgegaan worden tot het gebruik van chemische, elektrochemische en fysische technieken of een combinatie ervan.

Het hierna volgend overzicht geeft een opsomming van de mogelijk te gebruiken ontsmettingstechnieken bij de ontmanteling.

Chemische ontsmettingstechnieken worden in hoofdzaak toegepast op metalen met een complexe geometrie waarvan de besmette oppervlakken moeilijk of niet te bereiken zijn. Onder inwerking van chemische reagentia wordt de besmette laag van een materiaal weggeëtst. Er zijn verschillende methoden hiervoor mogelijk welke onderling verschillen door:

- de gebruikte reagentia;
- de concentratie waarbij het reagent wordt gebruikt;
- de temperatuur tijdens de behandeling;
- de tijdsduur van de gehele behandeling.

Het te ontsmetten metalen voorwerp wordt bij electrochemische ontsmettingstechnieken in een gepast elektrolyt anodisch geplaatst zodanig dat het metaaloppervlak samen met de besmetting in oplossing komt. Op die manier wordt eveneens een vermindering van het dosisdebiet of een vrijgave van het materiaal nagestreefd. Verschillende methodes worden hierbij gebruikt.

Fysische ontsmettingsmethodes worden vooral toegepast onder volgende vormen :

- *Ultrasoonbad* - Wordt gebruikt bij stukken met een niet sterk hechtende besmetting. Om doeltreffend te zijn gebeurt deze manier van ontsmetting best als supplement bij een chemisch proces. De bereikte ontsmettingsfactoren zijn beperkt tot 2.
- *Afspuiten met bevroren CO2-korrels* - De CO2-korrels worden door middel van perslucht met hoge snelheid tegen het te ontsmetten stuk geslingerd. De besmetting komt los van het oppervlak en valt op de bodem of wordt door de overmaat lucht meegevoerd naar de filters. De CO2-korrels zelf sublimeren. Deze methode is nuttig als er bij de ontsmetting geen agressieve middelen of vloeistoffen mogen gebruikt worden. Voor een doorgedreven decontaminatie van een sterk hechtende besmetting is deze methode minder geschikt.
- *Afspuiten met bevroren waterkorrels* - Deze techniek is vergelijkbaar met de CO2-techniek, alleen moet er een systeem voor de behandeling van de besmette vloeistoffen worden voorzien.
- *Hogedrukwaterlans* - Frequent toegepaste techniek. Afhankelijk van de toegepaste druk wordt een min of meer doorgedreven ontsmetting bekomen.
- *Ontsmetting door middel van abrassieve stoffen* - Het abradant wordt met hoge snelheid tegen het te behandelen oppervlak geprojecteerd. Meestal wordt het zandstralen (nat of droog) met recyclage van het abradant toegepast.
  Het toepassingsgebied van deze techniek bereikt een grote waaier van materialen mits de oppervlakken goed bereikbaar zijn voor het abradant. Door de grotere kans op cross-contaminatie bij het gebruik van de techniek van het droge zandstralen wordt deze slechts toegepast op metalen met een lage tot verwaarloosbare besmettingsgraad. Indien men metalen bezit met een hoge besmettingsgraad verkiest men de techniek van het nat zandstralen.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- *Ontsmetting door borstelen, slijpen, polijsten* - Verschillende apparaten zijn hiervoor op de markt. In het algemeen kan eenzelfde toestel gebruikt worden voor verschillende functies en verschillende oppervlakken. Deze operaties produceren over het algemeen een grote hoeveelheid stof zodat deze technieken moeten uitgevoerd worden in geventileerde ruimten met de nodige persoonlijke beschermingsmiddelen voor de operatoren.
- *Ontsmetting van gebouwen/beton* - In principe worden alle verdachte en besmette wanden/plafond/vloeren voor mapping of toepassing van een andere decontaminatietechniek volledig afgewassen. Deze techniek kan zowel manueel (voor beperkte oppervlakken) als machinaal uitgevoerd worden. Ze is uiterst efficiënt voor laag besmette geschilderde oppervlakken welke dan ook in de meeste gevallen geen bijkomende behandeling nodig hebben. Voor hoog besmette oppervlakken en zeker voor de vloeren is deze techniek onvoldoende en moet er overgegaan worden tot de verwijdering van de besmette laag.
  Hiervoor zijn er drie technieken beschikbaar :
  - *verwijdering door middel van een drilboor* - door een mechanisch drilbeweging worden stukken besmet beton, plaaster of stenen verwijderd. Met deze techniek is het mogelijk grote besmettingsdiepten te behandelen.
  - *verwijdering door middel van een afbikmachine* - de oppervlaktelaag van betonnen of stenen wanden wordt verbrijzeld door een aantal wolfraamcarbide koppen die tegen een hoge snelheid heen- en weergaande bewegingen uitvoeren. Het verpulverd besmette materiaal wordt opgezogen en in vaten verzameld. In de meeste gevallen dient enkel een oppervlaktelaag verwijderd worden, de besmetting is beperkt tot de laag coating of plaaster op de beton.
    Het toepassingsgebied voor deze techniek zijn grote wanden met een geringe besmettingsdiepte.
  - *verwijdering door middel van een freesmachine met diamantschijven* - omwille van een aantal diamantschijven die naast elkaar geplaatst zijn wordt het beton over een diepte van enkele mm weggeslepen.
    Het toepassingsgebied zijn grote vloeroppervlakken met een geringe besmettingsdiepte.

Andere, bijvoorbeeld hogedrukwaterjet, thermische en chemische methoden worden gezien de geringe ervaring en omwille van verschillende redenen, bijvoorbeeld het hoge waterverbruik, niet in aanmerking genomen maar a-priori niet uitgesloten.

6.4 Speciale technieken : smelten

Voor het herwinnen van metaalafval kan beroep gedaan worden op de intensieve thermische methoden van het smeltingproces. Inherent aan deze techniek is dat een aanvullend decontaminatie-effect plaatsgrijpt. Bij deze hogere temperaturen zullen immers een aantal vluchtige radionucliden uit de gesmolten massa afgescheiden worden en opgevangen kunnen worden door toedoen van filters. Een bijkomende bijzonderheid is ook dat een aantal hinderlijke oxides, waaronder deze van uranium tijdens het smelten migreren naar de bovendrijvende slakken, een residuele fractie van het smeltingproces dat als radioactief afval moet worden opgenomen met het gunstig gevolg dat daardoor de concentratie aan alfastralers in de metaalmassa kan verminderen. Het smelten van schroot leidt ook tot een residueel volume dat aanzienlijk kleiner is dan het oorspronkelijk bruto volume. Tevens mag er verwacht worden dat de resterende radionucliden bij omvorming zich homogeen hebben

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

verdeeld in de gerecupereerde metaalmassa wat bevorderlijk is voor de radiologische karakterisatie achteraf. Het gerecycleerd metaal kan dan een afzet vinden bij de constructie van functionele componenten en structuren zoals opslagverpakkingen, opslagtanks, afschermpanelen die in een beschermde omgeving gebruikelijk kunnen zijn. De voornaamste metaalsoorten die vooral in aanmerking komen voor hersmelting zijn koolstofstaal, diverse roestvrije staaltypes, aluminium en lood.

6.5 Demontagetechnieken voor niet-besmette objecten

Voor materialen, voorwerpen of toestellen die uit een gecontroleerde zone worden verwijderd en in ieder geval voor de elementen die het voorwerp uitmaken van ontmantelingsoperaties is het van belang vooraf de aan- of afwezigheid van een besmetting vast te stellen. Een nauwkeurige radiologische karakterisering laat hier toe om na te gaan of de beschouwde objecten al dan niet in aanmerking komen voor hergebruik, voor recyclage of voor onvoorwaardelijke vrijgave.

Onvoorwaardelijke vrijgave slaat op het geheel van handelingen die leiden tot de definitieve uitsluiting van stoffen afkomstig van de nucleaire installaties, zonder radioactieve controle achteraf en waarvoor geen beperkingen qua eindbestemming worden opgelegd. Maatgevend voor dit alles zijn de detectielimieten van de uit te voeren metingen alsook de toegelaten drempelwaarden van de specifieke activiteiten.

De vrijgave van materialen wordt beschreven in de betreffende vrijgaveprocedures eigen aan de RECUMO-installatie. Deze procedures beschrijven de te volgen methodologie in het geval van aanvraag tot vrijgave van materialen afkomstig uit de gecontroleerde/bewaakte zones en dit zowel voor verdachte en/of besmette objecten (na decontaminatie).

Het beslissingsproces is een pseudo-interactief proces waarbij meerdere partijen betrokken zijn. De gebruikte vrijgaveniveaus voor de verschillende nucliden zijn beschreven in het Koninklijk Besluit van 20 juli 2001 "houdende algemeen reglement voor de bescherming van de bevolking, werknemers en het leefmilieu, tegen het gevaar van ioniserende stralingen". Dit besluit is van kracht sinds 1 september 2001 .

Na het verwijderen van alle radioactieve materialen uit en de vrijgave van de RECUMO-installatie kan tot slot het gebouw zelf worden ontmanteld.

De ontmantelingstechnieken voor niet-besmette materialen zijn dezelfde als gebruikt worden in de conventionele industrie.

Enkele klassieke technieken voor afbraak van gebouwen zijn :

- ontmanteling door middel van explosieven;
- ontmanteling met behulp van een drilboor;
- ontmanteling met behulp van een sloophamer.

Voor de vrijgave van objecten wordt enigszins onderscheid gemaakt naargelang de structuur van de aangeboden materialen. Men kan in twee algemene groepen definiëren :

- Objecten in metaal of plastiek – type opslagtanks of andere makkelijk meetbare structuren

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Al deze voorwerpen zullen een dubbele volledige controle ondergaan. Dergelijke materialen komen voornamelijk voor recyclage in aanmerking.

- Objecten in beton
  In functie van de aard van het betonnen voorwerp wordt na een eerste 100 % oppervlaktemeting een tweede 100 % oppervlaktemeting gedaan of worden steekproeven genomen en op basis van deze resultaten mag het betonnen voorwerp vrijgegeven worden.

De vrijgegeven materialen kunnen volgende eindbestemming hebben :

- Een klasse I-stort. De bestemming zal steeds het voorwerp uitmaken van een voorafgaandelijke melding naar de overheid. Het is bovendien evident dat de voorafgaandelijke toestemming bekomen wordt van de beheersinstantie van de stortplaats.
- Daarnaast kan, en meer specifiek voor wat betonafval betreft, het materiaal eventueel na bewerking (bijvoorbeeld vermaling) gebruikt worden als secundaire industriële grondstof.
- Voor metaalafval bestaat de mogelijkheid tot recyclage via smelting. Dit heeft het voordeel dat het materiaal als grondstof niet verloren gaat. Bovendien heeft smelting het voordeel dat een bijkomende decontaminatie kan bekomen worden via slakvorming bij het eigenlijke smeltproces.

De mogelijkheid tot vrijgave van materialen als niet-nucleair afval heeft een duidelijke impact op :

- de hoeveelheden radioactief afval;
- de heroriëntering van de ontmantelingstrategie.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

7 Ontmantelingsafval

7.1 Inleiding

In eerste instantie gaat het hier om de kwantitatieve en kwalitatieve inventaris van de materialen en het afval met hun isotopen- en radiologische inhoud. Het omvat eveneens de eindbestemming van de materialen en het afval, rekening houdend met de geldende vrijgavelimieten.

Hieronder vallen dus ook alle materialenbalansen, zowel van de vrijgegeven materialen, als materialen die in aanmerking komen voor hergebruik, als van het radioactieve afval, als van de mogelijke toxische materialen voortkomend uit de ontmantelingswerkzaamheden van de RECUMO-installatie.

Teneinde alle materialen te kunnen categoriseren/classificeren dienen goedgekeurde radiologische criteria te worden beschreven. Daarbij dient rekening te worden gehouden met de geldende meetprocedures. Eveneens worden de technieken en uitrustingen voor de meting van de activiteit en de karakterisering van het afval, met inbegrip van de bijhorende methoden, opgegeven.

Tijdens de ganse duur van de ontmantelingswerkzaamheden moeten strikte beheersregels worden toegepast, waarvan de belangrijkste modaliteiten zijn beschreven in het VER voor ontmanteling :

- scheiding van afval per categorie;
- rigoureus toepassen van de vrijgaveregels;
- tracering van het afval;
- optimalisatie van het afvalvolume;
- beperking van langlevend radiologisch afval.

Het beheer van dit radioactief afval valt onder de bevoegdheid van NIRAS/ONDRAF. NIRAS/ONDRAF gaat over tot de erkenning van o.a. de methodes en uitrustingen die de fysisch-chemische conformiteit en de radiologische karakterisering van het niet-geconditioneerde afval verzekeren. NIRAS/ONDRAF gaat hiervoor de kwaliteit en doeltreffendheid na van de methodes die de exploitant toepast om de radiologische samenstelling van het afval te bepalen en controleert ten slotte de documentatie die de conformiteit van het geconditioneerde afval met de acceptatiecriteria en de conformiteit van het procedé met de gegevens van het technisch erkenningsdossier aantoont. Als al deze controles bevredigend zijn, spreekt NIRAS/ONDRAF de erkenning van de methode uit. Deze erkenning is geldig voor een bepaalde duur.

In alle opzichten primeert het veiligheidsaspect en blijft de preventie een absolute hoofdbekommernis met betrekking tot elk soort productie van afval. Nochtans speelt ook het sociale en economische aspect een belangrijke rol bij de ontmanteling van de RECUMO-installatie. Zowel de impact op het milieu als de financiële impact van de ontmanteling dienen geoptimaliseerd en geminimaliseerd te worden. Dit is o.a. mogelijk door minimalisatie van de hoeveelheden radioactief afval.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Na het verwijderen van het laatst geproduceerd uitbatingsafval, de effluenten en de bronnen, genereert de ontmanteling van nucleaire installaties grote hoeveelheden laagactief afval en beperktere hoeveelheden middel- en hoogactief afval.

Voor het overgrote deel van het afval wordt over de klassieke nucleaire verwerkings- en opslaginstallaties beschikt, nl. de installaties van Belgoprocess.

Er bestaan ook mobiele installaties om afval te conditioneren. In België dienen deze installaties echter over de nodige vergunning te beschikken en dient het gebruikte proces te worden erkend door NIRAS/ONDRAF. Bovendien bevinden zich in het buitenland eveneens installaties voor het verwerken en conditioneren van radioactief afval. Sommige van deze installaties aanvaarden ook buitenlands afval, en kunnen eventueel een gunstige optie blijken.

In het geval echter van ontmantelingsafval kunnen grote hoeveelheden zware metaalstukken, betonblokken en mogelijks grond geproduceerd worden waarvoor een specifieke oplossing moet gezocht worden. Het uitwerken van mogelijke alternatieven kan zich opdringen. Daarbij dient er te worden overwogen naar een monolietgebruik.

Tot nu toe bestaat er in België geen bergingssite voor radioactief afval. De beschikbaarheid van zulke site is van primordiaal belang in het kader van een ontmantelingsproject en heeft een grote financiële impact op de kosten van de ontmanteling.

Het categoriseren van het ontmantelingsafval zal gebeuren in samenwerking met NIRAS/ONDRAF op basis van de vooropgestelde acceptatiecriteria. Naast standaardafval zal ook M.A.V.A. en H.A.V.A. (fissieproducten) worden geproduceerd, alsook speciaal afval (lood).

7.2 Beheer van materialen en afval

Het materiaal afkomstig van ontmantelingswerkzaamheden van de RECUMO-installatie heeft als mogelijke eindbestemming vrijgave, nucleair hergebruik of nucleair afvalcircuit. Het is duidelijk dat de beslissing over de eindbestemming van het afval op basis van een kosten-baten analyse zal genomen worden.

Voor de eliminatie, de recyclage of het hergebruik van radioactief materiaal dienen een aantal wettelijke voorschriften en interne procedures eigen aan de nucleaire installatie gevolgd te worden (KB van 2001).

In het kader van de ontmanteling maakt de afvoer voor recyclage of hergebruik van radioactief materiaal altijd onderwerp uit van een vergunning uitgegeven door de bevoegde autoriteit, daarbij worden hierdoor ook de vrijgaveniveaus bepaalt. Radioactief materiaal die niet aan deze vrijgaveniveaus beantwoorden, maken dan ook deel uit van een specifieke vergunning. Eveneens de vrijgaveprocedures dienen goedgekeurd te worden door de bevoegde autoriteit.

Daarbij is de gevolgde procedure afhankelijk van de geometrie en de complexiteit van de te ontmanteling uitrustingen.

De vrijgegeven materialen kunnen afgevoerd worden naar een stortplaats, herverkocht worden of hergebruikt worden na een bijkomende behandeling.

Over het algemeen :

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

- Fe-, Cu-, Zn-, Al-schroot en elektrisch materiaal kan herverkocht worden aan een lokale schroothandelaar;
- afval van beton of metselwerk wordt gerecycleerd in de bouwindustrie;
- speciaal niet-recycleerbaar afval wordt afgevoerd :
  - in aangepaste en officieel erkende opwerkingsinstallaties bv. chemische producten;
  - voor een conditioneringsbehandeling en dan brengen officieel erkende bedrijven het afval naar een stortplaats (bv. toxische materialen);
  - voor hergebruik door officieel erkende bedrijven (bv. oliën);
  - via officiële en vergunde filialen naar een stortplaats.

Materialen die niet onvoorwaardelijk kunnen vrijgegeven worden of heel laag-radioactieve materialen komen in aanmerking voor nucleair hergebruik (zoals smelting).

De materialen die noch voorwaardelijk noch onvoorwaardelijk vrijgegeven kunnen worden, evenals de materialen die niet in het nucleair circuit via het smelten kunnen gerecycleerd worden, zijn te beschouwen als radioactief afval.

Het radioactief afval kan als volgt ingedeeld worden (exclusief kernsplijtingsafval) :

- naar opnamecategorie :
  - vast radioactief afval :
    - standaard afval dat aan welbepaalde specificaties opgesteld door NIRAS/ONDRAF voldoet (STD);
    - speciaal afval dat afwijkt van standaard afval (SPE)
  - vloeibaar radioactief afval :
    - standaard afval dat aan welbepaalde specificaties opgesteld door NIRAS/ONDRAF voldoet (STD);
    - speciaal afval dat afwijkt van standaard afval (SPE).
- naar stralingsintensiteit t.o.v. het naakte afval :
  - laagactief (L.A.V.A.);
  - middelactief (M.A.V.A.);
  - hoogactief (H.A.V.A.).
- naar de aard van de radioactiviteit: βγ, α-verdacht, α-besmet.
- naar verwerkingsmogelijkheid (alleen voor standaard afval) :
  - brandbaar;
  - persbaar;
  - niet-persbaar.

Vast laagactief afval is afval waarvan het dosisdebiet bij contact lager of gelijk is aan 2 mSv/h. De afvoer van dit afval gebeurt in standaard 220 l vaten of in 400 l vaten. Een uitzondering hierop vormen filters en brandbaar afval. Ze worden respectievelijk afgevoerd in kartonnen dozen en in R.V.S.-containers van 1 m^3.

Een mogelijke alternatief voor het verpakken van laagactief vast afval in vaten zou het gebruik van monolieten van het type III (met bulkafval) zijn (heden nog niet beschikbaar). In het kader van de problematiek van de oppervlakte berging voor laagactief vast afval beschouwt NIRAS/ONDRAF het gebruik van monolieten als referentiescenario voor laagactief vast afval en in het bijzonder voor componenten (buizen, tanken, steenpuin) afkomstig van ontmantelingen.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0

Vaste laagactief afval dat afwijkt van de welbepaalde specificaties en onder specifieke voorwaarden valt, mag als speciaal afval aangeboden worden.

7.3 Meetmethoden voor de bepaling van de radiologische afvalcategorie van ontmanteling- en/of ontsmettingsafval en/of vrijgave

De meettechnieken verschillen naargelang het afval dat dient te worden gemeten alvorens het af te voeren voor conditionering, het te versturen voor nucleair hergebruik of het vrij te geven.

Volgende technieken kunnen worden gebruikt om afval, dat voorbestemd is om als radioactief afval geconditioneerd te worden, te karakteriseren :

- meting van het dosisdebiet van het afval voor en na plaatsing in het vat;
- gammaspectrometrie van een representatief afvalmonster;
- gesegmenteerde gammaspectrometrie van de vaten waarvan het dosisdebiet groter is dan 0.02 mSv/h en kleiner dan 2 mSv/h;
- gammaspectrometrie met het Q^2-apparaat (Quantitative and Qualitative Low Level Waste Assay system) van de vaten met een dosisdebiet lager dan 0.02 mSv/h;
- gammaspectrometrie met het ISOCS-apparaat (In Situ Object Counting System);
- gammaspectrometrie via het ESM Eberline toestel (CCM Clearence Monitor) voor individuele objecten tot een bepaald maximumgewicht;
- meting van de alfabesmetting in vloeistofmonsters;
- bepaling van een isotopenvector karakteristiek voor het afval;
- modellering van de afvalverpakking met behulp van het programma Microshield of Visiplan en schatting van de activiteiten op basis van het gammaspectrum en het dosisdebiet;
- contaminatiemetingen.

Het ligt in de bedoeling om laag actief metaalafval, dat omwille van zijn complexe geometrie geen directe meting toelaat, naar een smelterij te sturen. Op deze manier wordt dan een ontsmetting en homogenisering van de resterende activiteit bekomen. Omwille van deze homogenisering kan een representatief staal genomen worden dat na meeting toelaat het afval te recycleren of vrij te geven.

De meettechnieken die gebruikt worden om het afval te karakteriseren alvorens het naar de smelterij te sturen zijn in wezen dezelfde als deze gebruikt voor het afval dat voorzien is voor conditionering. Alleen het activiteitsniveau ligt in dit geval veel lager waardoor het Q^2-apparaat dient gebruikt te worden. Het is eveneens noodzakelijk om het isotopenspectrum te kennen om de correlatie op te stellen tussen de gemakkelijk meetbare gamma stralers en de niet direct meetbare bèta en alfa stralers.

In functie van de te volgen strategie kan volgende apparatuur hiervoor aangewend worden : αβγ-besmettingsmonitoren, Q^2-meetsysteem, dosisdebietmeters, αβγ-spectroscopie op een representatief monster, ESM Eberline toestel (CCM Clearence Monitor), nanospect, en andere.

SCK CEN/36421604 Rev. 4.0