

notitie

Vertrouwelijk

aan : 10.2.e

Van : 10.2.e

Kopie : 10.2.e

Datum : 31-10-2017

referentie : 23155/17.145349 RWMP/MH/LD

onderwerp : Advies actieve neutronendetector

Introductie

Historisch afval van ECN in Petten dat ondergebracht is in de Waste Storage Facility (WSF) dient afgevoerd te worden naar de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA) in Nieuwdorp. Dit gebeurt binnen het kader van het Radioactief Afval Project (RAP). Voor transport over de weg, voor verwerking en opslag bij de COVRA, voor een deel van het afval verwerking bij BelgoProcess, en de uiteindelijke eindberging van het afval dienen de belangrijkste radionucliden gerapporteerd te worden. Welke nucliden gedocumenteerd worden en hoe de activiteiten bepaald worden is beschreven in het plan van aanpak voor het RAP Karakterisatie proces [1].

Naast de reguliere nuclide-inhoud dient van het afval ook gerapporteerd te worden hoeveel splijtstof aanwezig is. Splijtstoffen zijn bijzonder ten opzichte van de reguliere nucliden omdat deze materialen onder bepaalde omstandigheden kritisch kunnen worden. Hierbij kan veel energie in korte tijd vrij komen. Deze stoffen zijn proliferatie-gevoelig. Vanwege kriticitet en proliferatie-gevoeligheid stellen transport (ADR verdrag), verwerking (BelgoProcess) en afvalopslag (COVRA) specifieke eisen.

In de historie van de HFR is bekend dat er nucleaire brandstof experimenten zijn uitgevoerd. In het kader hiervan zijn er in het verleden in het HCL splijtstof-bevattende monsters gezaagd. In de afvalvaten die gedefinieerd zijn als RAP afval kan alleen sprake zijn van sporen splijtstof ten gevolge van het zagen. Er zal voor de afvoer en verwerking van de RAP vaten een methodiek voor het bepalen van de hoeveelheid splijtstof in het gevonden moeten worden.

In deze notitie worden twee kandidaat methoden voor het vaststellen van de aanwezigheid van en de hoeveelheid splijtstof; passieve neutronendetectie en actieve neutronendetectie. Er wordt een advies gegeven over de geschiktheid van deze methoden voor RAP.

Specificaties splijtstofdetectie

Splijtstoffen in RAP zijn 10.1.b In RAP afval kan alleen sprake zijn van sporen splijtstof. Het is bekend dat er splijtstof is gezaagd en dat alleen het zaagsel en kleine resten aanwezig kunnen zijn in het RAP afval. Het betreft dus typisch kleine hoeveelheden splijtstof bijgevoegd bij regulier historisch radioactief afval.



Vaten waarin splijtstofsporen worden verwacht zijn typisch gevuld met afval dat alleen uit de 10.1.b lijn komt. Deze vaten zijn aangemerkt als RAP-alfa.

Een spoor splijtstof wordt gedefinieerd als een hoeveelheid 10.1.b die past binnen de limieten zoals opgesteld en beschreven in afvalspecificaties Belgoprocess, COVRA en ADR voor zowel vaten met ongeconditioneerd afval als wel in de eindverpakkingen [1]. Voor de orde grootte wordt in het Plan van Aanpak Karakterisatie uit 2014 [1] 10.1.b splijtstof per transportverpakking geponeerd zoals onder bepaalde omstandigheden is toegestaan volgens het ADR [2]. Dit betekent concreet dat alle WSF-vaten en/of inserts die in een eindverpakking samenkomen, na persen, bij elkaar, nooit meer dan 10.1.b splijtstof bevatten.

Belgoprocess hanteert voor splijtstoffen afgeleide hoeveelheden uitgedrukt in Bq/m³. De toegestane hoeveelheid zal worden afgestemd tussen de partijen.

Voor zowel ADR, COVRA, als BelgoProcess, dient de hoeveelheid splijtstof per nuclide gedefinieerd te worden. Voor compliance met het ADR is een conservatieve bovengrens voldoende. COVRA wil graag, ter voorkoming van structurele overschatting van de inventaris zoals deze bij COVRA opgeslagen zal liggen, een best estimate. Voor BelgoProcess is op het moment van schrijven niet bekend of een conservatieve bovengrens afdoende is.

Naast de detectielimieten die een splijtstofdetectiesysteem moet hebben om te kunnen voldoen aan de eisen voor transport, verwerking, en opslag, wordt een extra randvoorwaarde gesteld door de aanwezigheid van regulier afval in de te beproeven vaten. Typisch bevat het radiologisch afval Co-60, een hoogenergetische gammastraler. De activiteiten in de vaten is vaak hoog. Het splijtstofdetectiesysteem moet dus tegen hoge gammastralingsvelden bestand zijn.

De eisen voor transport, bewerking en opslag is ongeacht de staat van de splijtstof wat betreft bestraling. De aanwezigheid van zowel bestraald als onbestraald splijtstof dient gemeld te worden. In het algemeen is bestraalde splijtstof beter detecteerbaar door de gammastraling die een aantal splijtingsproducten uitzenden.

10.1.b

Splijtstofdetectie met neutronendetectiesystemen

Omdat splijtstoffen neutronen uitzenden, is het meten van neutronen een voor de hand liggende methode om de aanwezigheid van splijtstof vast te stellen. Er bestaan passieve en actieve detectiesystemen.

Passieve neutronendetectie

Bij passieve neutronendetectie registreert een detector thermische neutronen die op de detector vallen. Om eventuele snelle neutronen af te remmen bevindt de detector zich in een polyethyleen omhulsel (zie Figuur 1).

NRG heeft reeds een passieve neutronendetector waarvan beoogd was om aan de buitenkant van de VINISH geplaatst te worden [1]. Door in het RAP afval aanwezige splijtstofsporen uitgezonden neutronen moeten voor detectie vanuit het afval door de loodafscherming van de VINISH de passieve neutronendetector te bereiken. Het afval, het vat zelf, en de afscherming van de VINISH reduceren het aantal door de splijtstof



uitgezonden neutronen dat de detector bereikt.

10.1.c

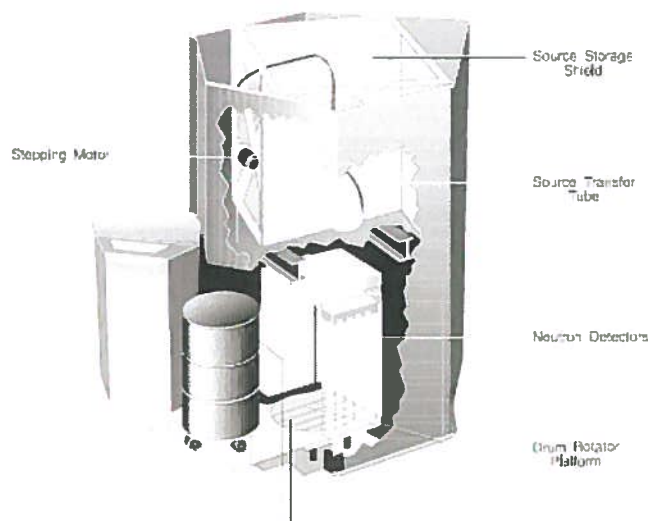
10.1.b



Figuur 1 Passieve neutronendetector

Actieve neutronendetecie

In tegenstelling tot de passieve neutronendetector, die alleen "luistert", worden er bij een actieve neutronendetector neutronen het te beproeven object in gestuurd. Deze veroorzaken, bij aanwezigheid van splijfstof, kernsplijting waarbij weer neutronen worden geproduceerd. Als er meer neutronen uit komen dan erin gestuurd zijn, zit er splijtbaar materiaal in het object. Door analyse van de balans kan men een uitspraak doen over de hoeveelheid splijfstof. Een actieve neutronendetector dient dus een neutronenbron te bevatten. Detectie vindt typisch plaats door middel van met helium-3 gevulde buizen (zie Figuur 2).



Figuur 2 Voorbeeld van een actieve neutronendetector systeem; Canberra WM3210

Gelijk aan de passieve neutronendetector, en gammaspectroscopie, is het kwantitatief bepalen van een hoeveelheid splijfstof in een vat afhankelijk van absorptie door materialen tussen bron en detector. Systemen zouden moeten kunnen

10.1.b

detecteren [4]. Echter, dit hangt sterk van de configuratie van het te beproeven afval af. Het RAP afval is niet van dien aard dat die lage detectie limiet gehaald kan worden [4].

Een systeem van Mirion/Canberra dat gezien is bij een werkbezoek [6] en bij het vraagstuk van NRG past, 10.1.b splijtstof moeten kunnen detecteren (detectielimiet). 10.1.c

Deze geven een spreiding in de nauwkeurigheid

10.1.c

De kosten van het beschouwde systeem zijn zo'n 10.1.c [6]. Uit een bezoek van Canberra aan NRG volgt 10.1.c en tijdschatting 10.1.c 10.1.c en 2 tot 5 jaar implementatietijd [4]. Op basis van deze bronnen en implementatiekosten bij NRG meenemend schatten we de kosten voor het operationeel krijgen van een actieve neutronendetector 10.1.c

Doordat een actieve neutronendetector neutronen moet produceren, moet er een fysieke bron of een versneller aanwezig zijn in het apparaat. Voor beiden moet er een KeW vergunning aangevraagd worden als men er een wil installeren en gebruiken.

Advies

Omdat er twijfels bestaan over de aanwezigheid van splijtstof in RAP afval, dienen we aan te tonen dat er geen splijtstof in RAP afval zit. Van RAP-alfa is te verwachten dat er splijtstofsporen in zitten. Deze sporen dienen gekwantificeerd te worden voor transport, verwerking en opslag. De eisen aan de nauwkeurigheid van deze kwantificatie zijn slecht gedefinieerd. Een harde grens is de ADR die limieten stelt waar niet bovenuit gekomen mag worden inclusief de onnauwkeurigheid van karakterisatie.

Aantonen van afwezigheid van splijtstof en kwantificeren van aanwezige splijtstof kan op verschillende manieren. Bestraalde splijtstof heeft een beter meetbare signatuur dan onbestraalde splijtstof. Voor onbestraalde splijtstof zijn de meetmethodes beperkter. Internationaal wordt er voor historisch afval zoveel mogelijk geleund op archief en documentatie en slechts als die niet toereikend zijn overgegaan op metingen [8].

Op het moment van schrijven, staan RWMP karakterisatie twee scenario's voor ogen. In het eerste scenario kan succesvol gebruikt gemaakt worden van archief en historische kennis over de operatie om de afwezigheid van splijtstof in RAP vaten en de afwezigheid van onbestraalde splijtstof RAP-Alfa vaten aan te tonen. Gammaspectroscopie om de gamma-emissie van splijtstof-gerelateerde nucliden te detecteren zou dan voldoende moeten zijn. Kwantificeren van de hoeveelheid splijtstof dient voor dit scenario nog uitgewerkt te worden.

In het tweede scenario kunnen we niet volledig bouwen op het archief, en dient er meer op metingen vertrouwd te worden. De actieve neutronendetector lijkt op dit moment het meest geschikt voor het aantonen van de aanwezigheid van splijtstof in historisch afval. Echter, of deze methode afdoende is voor het kwantificeren van de splijtstof dient voorafgaand aan een implementatietraject afgestemd te worden met COVRA en BelgoProcess.



Het advies is om het eerste scenario na te streven. Indien dit niet haalbaar is, zullen voorafgaand aan de aanzienlijke kosten en tijd die de aanschaf van een actieve neutronendetector met zich mee brengen de eisen aan nauwkeurigheid en detectielimiet scherp en helder met de COVRA en BelgoProcess (contractueel) vastgelegd moeten worden.

Referenties

- [1] *Algemeen Plan van Aanpak voor de radiologische karakterisering van het historisch radioactief afval opgeslagen op de OLP*, 10.2.e [redacted] NRG-23155.40/14.124728 10.2.e [redacted] 18 februari 2014
- [2] *ADR, European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*, United Nations, ISBN 978-92-1-139149-7, 2015
- [3] *Het oranje boekje*, COVRA N.V., 2017
- [4] *Fissile material detection (Application for RAP; RAP-alpha and RWMP)*, 10.2.e [redacted] NRG-140633, 1 November 2016
- [5] *Toepasbaarheid passieve neutronendetector*, 10.2.e [redacted] NRG-23155/16.137327, 29 februari 2016
- [6] *Reisverslag bezoek aan Harwell 12 juni 2017*, 10.2.e [redacted] NRG-144102, 18 juli 2017
- [7] E-mail correspondentie 10.2.e [redacted] juli-oktober 2017
- [8] *NRG waste characterisation study*, 10.2.e [redacted] GDES, GDES/1338/Study_2B, 2 mei 2017

