

notitie

Vertrouwelijk

aan : 10.2.e (ANVS)
Van : 10.2.e
Kopie : 10.2.e
Datum : 11-12-2017
referentie : 23155/17.146105 RWMP/MH/LD
onderwerp : Toelichting op methode van aantonen splijtstof in historisch afval

Dit document is geclassificeerd als vertrouwelijk in het kader van artikel 10 lid 1.c van de Wet Openbaarheid Bestuur.

Bij eventuele export van (een deel van) dit document kunnen export vergunningen nodig zijn. De exporteur is verantwoordelijk voor het verkrijgen van de benodigde vergunningen.

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 kritischeit en proliferatie-gevoeligheid stellen transport (ADR verdrag), verwerking (BelgoProcess) en afvalopslag (COVRA) specifieke eisen.

Uit 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 gevonden moeten worden.

In deze notitie wordt de door NRG voorgestelde methode van het aantonen van splijtstof op basis van archief en gammaspectrometrische metingen nader toegelicht.

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 geschuurd en dat alleen het zaagsel en schuursel 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 10.1.b die past binnen de limieten zoals opgesteld en beschreven in afvalspecificaties van Belgoprocess, COVRA en ADR voor zowel vaten met ongeconditioneerd afval als wel in de eindverpakkingen [1]. Voor de ordegrootte 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, nooit meer dan 10.1.b splijtstof bevatten.

10.1.b

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.

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.

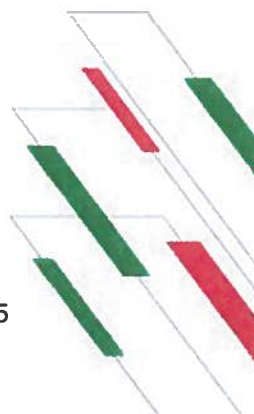
10.1.b

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.

Neutronendetectie

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. Deze zijn beschouwd in een vorige notitie [4]. Passieve neutronendetectie heeft een te hoge detectielimiet ten opzichte van de transportlimieten [4]. Actieve neutronendetectie heeft een matrixafhankelijke onnauwkeurigheid van procenten tot factoren [4]. 10.1.b

Gebruik maken van actieve neutronendetectie voor het aantonen van de afwezigheid van splijtstof en het kwantificeren van aanwezige splijtstof is vanuit het oogpunt van de



toezichthouder geen harde vereiste [5]. De door NRG voorgestelde methode, waarbij het archief en gammaspectrometrische metingen gebruikt worden, kan gebruikt worden mits voldoende onderbouwd [5].

Splijstofdetectie op basis van archief en γ -emissie

Aantonen van afwezigheid van splijstof en kwantificeren van aanwezige splijstof kan op verschillende manieren. Bestraalde splijstof heeft een beter meetbare signatuur dan onbestraalde splijstof. Voor onbestraalde splijstof zijn de meetmethodes beperkter. Internationaal wordt er voor het aantonen van karakteriseren van historisch afval zoveel mogelijk geleund op archief en documentatie. Slechts als die niet toereikend zijn wordt overgegaan op metingen [6].

De door NRG voorgestelde methode om splijstof vast te stellen en te kwantificeren berust op historische informatie en gammaspectrometrische metingen. Hieronder zijn de stappen daartoe toegelicht. Deze stappen samen geven naar mening van NRG een betrouwbaar genoeg beeld van de aanwezige hoeveelheden splijstof.

1. Archief van de WSF-vaten

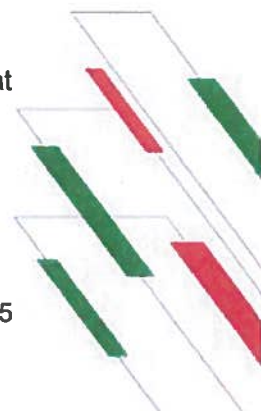
Voor het overgrote merendeel van de vaten die in de WSF liggen opgeslagen is de oorspronkelijke papieren administratie nog aanwezig. Hierin zijn in verschillende mate van detail de inhoud van de vaten aanwezig. Naast materialen en vermelding van aanwezige splijstof(resten) vindt men hier ook met regelmaat verwijzing naar de experimentnamen van de in de historie van de HFR uitgevoerde experimenten. Op basis van deze experimentnamen is de aard van deze experimenten terug te vinden in oude jaarverslagen (online verkrijgbaar, teruggaand tot de jaren '60/'70) en experimentrapporten. Vaten met potentieel aanwezige splijstofresten kunnen op deze manier geïdentificeerd worden en met extra zorgvuldigheid gesorteerd en gekarakteriseerd.

2. Splijstofboekhouding

Sinds 1963 staat de in Petten aanwezige splijstof onder toezicht van de IAEA. De splijstofboekhouding bevat de hoeveelheden en soorten splijstof van de in Petten opgeslagen splijstof, evenals de locatie van die hoeveelheden op de Onderzoekslocatie Petten (OLP). 10.1.b

Periodiek is er een verificatie door Euratom en/of IAEA van de splijstofboekhouding. 10.1.b

De vaten van het historisch afval zijn op basis van het archief al opgedeeld in "waste stream definitions" (WSD). De WSD RAP bevat geen splijstof. Vaten uit de RAP-alfa WSD kunnen mogelijk splijstof bevatten. De beperkte hoeveelheden komen van uit de bewerkingen aan splijstofmonsters en/of besmetting hiervan. Hierbij is als uitgangspunt gebruikt dat de totale hoeveelheid in een WSF RAP-alfa vat 10.1.b conform plan van aanpak karakterisatie uit 2014 [1]. WSD 10.1.b bevat vaten met bestraalde splijstof in grotere hoeveelheden dan RAP-alfa. Hiervan is dan ook een separate WSD gemaakt.



3. Historie bedrijfsvoering

Door met (ex)-medewerkers met langere werkhistorie bij RCN/ECN/NRG te praten over de historie van de bedrijfsvoering, wordt in kaart gebracht wat logische en onlogische routes van splijtstof houdend materiaal zijn. Hiermee kan worden ingeschat in welk afval men bestraald versus onbestraald splijtstof verwacht. Daarnaast levert het ook een bijdrage aan inschatting voor de maximaal in een vat te verwachten hoeveelheid splijtstof, zowel voor bestraalde als onbestraalde staat.

10.1.b

4. Afschatting grootte splijtstofsporen

Op basis van ervaring van typische afmetingen 10.1.b kan een typische en een maximale hoeveelheid grammen splijtstof 10.1.b worden berekend. In combinatie met ervaring over de frequentie van het voorkomen van dergelijke handelingen ten opzichte van het vullen van vaten met afval 10.1.b kan een inschatting gemaakt worden van typische en maximaal te verwachten hoeveelheid splijtstof in een RAP-alfa vat.

5. Meten van gamma-emissie splijtstof gerelateerde nucliden

Informatie op basis van archief wordt gecontroleerd met gammaspectrometrische metingen tijdens het sorteer- en karakteriseerproces.

Voordat de WSF-vaten de hot-cell in gaan om gesorteerd te worden, wordt het VINISH meetsysteem gebruikt om van buiten het vat de gammastraling emitterende nucliden te meten. Hierbij kunnen bestraald-splijtstof gerelateerde nucliden gedetecteerd worden. In de praktijk betreft dit vooral Cs-137. 10.1.b

10.1.c

In het sorteerproces wordt het afval uit een WSF-vat in delen uitgespreid op een tafel en op Co-60 en Cs-137 emissie gemeten met het HIRARCHI systeem. Dit systeem is ontwikkeld om de scheiding naar afvalclassificatie (LLW, ILW-L, ILW-H) mogelijk te maken. In deze stap van het sorteer- en karakteriseerproces wordt ook visueel gekeken naar het afval en zoveel mogelijk geïdentificeerd welke materialen er zich in het afval bevinden. Ten opzichte van de VINISH meting heeft de HIRARCHI meting twee voordelen; 1) minder afval tegelijkertijd in de meting, 2) minder zelfafscherming. Doordat er minder afval tegelijkertijd wordt gemeten en de meting gekoppeld wordt aan een camerabeeld, kan Cs-137 emitteren visueel geïdentificeerd worden. De mindere aanwezigheid van ander afval kan ook de storende werking van de Compton rug van Co-60 verminderen; minder Co-60-houdend afval betekent minder verstoring. Door de mindere zelfafscherming is vanwege de lagere absorptie van gammastraling de aanwezigheid van kleinere hoeveelheden Cs-137 beter te detecteren.



Met de HIRARCHI geïdentificeerde sterk Cs-137 stralende objecten kunnen in de hot cell gewogen worden om de massa, zoals vereist door het ADR voor splijtstof, te bepalen.

Na sorteren worden de resulterende vaten met gesorteerd afval nogmaals op gamma-emissie gemeten. Omdat de resolutie van de gammadetector van de VINISH hoger is dan die van de HIRARCHI kan de activiteit van de aanwezige Cs-137, en eventuele andere voldoende stralende bestraald-splijtstof gerelateerde nucliden, beter kwantitatief bepaald worden.

Conclusie

Het kwantitatief aantonen van splijtstof in historisch afval is een uitdaging. Voor de hand liggende methoden met actieve aanstraling met neutronen van potentieel splijtstof bevattend afval leveren niet een definitief kwantitatief antwoord. Internationaal wordt veel geleund op historische informatie. Voor transport en opslag dient vooral niet ondergerapporteerd te worden. NRG is van mening dat op basis van de onder toezicht staande splijtstofboekhouding in combinatie met archief en historische operationele ervaring in afdoende mate in het historisch afval aanwezige splijtstof gekwantificeerd kan worden. Gammaspectrometrische metingen en visuele inspectie vormen een controlerend middel op die kwantificatie.

Referenties

- [1] *Algemeen Plan van Aanpak voor de radiologische karakterisering van het historisch radioactief afval opgeslagen op de OLP*, 10.2.e NRG-23155.40/14.124728 10.2.e 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] *Advies actieve neutronendetector*, 10.2.e NRG-23155/17.145349, 31 oktober 2017
- [5] *Afvaltransport en planning NRG-COVRA*, 10.2.e e-mail d.d. 29 november 2017
- [6] *NRG waste characterisation study*, 10.2.e GDES, GDES/1338/Study_2B, 2 mei 2017

