

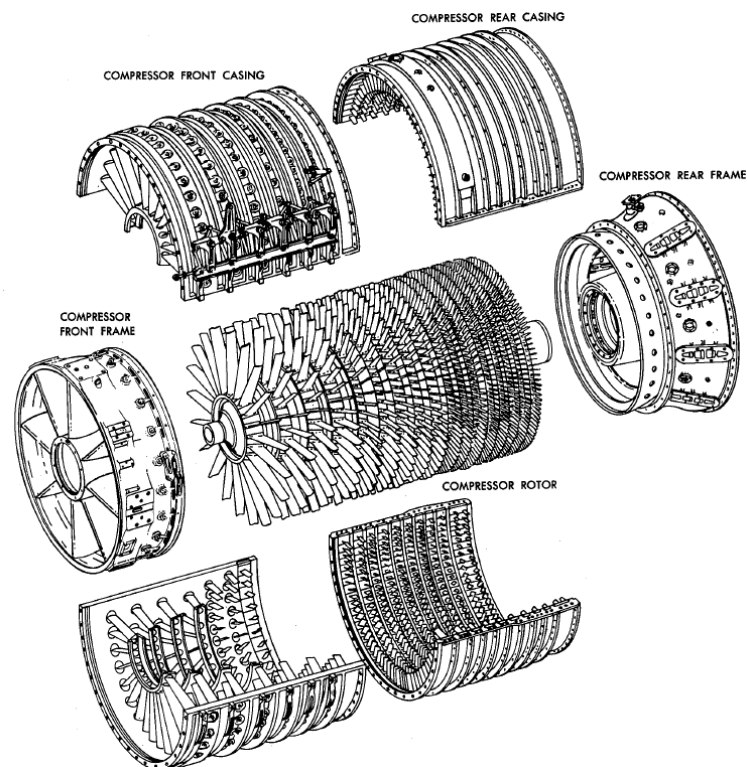


## Dosisschattingen J79 motoren

Q1-2011 docenten & leerlingen ROC

Versie 1.0

Datum 1 juni 2011  
Status DEFINITIEF



Colofon

Bedrijfsgroep Gezondheidszorg  
CEMG\Cluster Stralingshygiëne  
Cluster Stralingshygiëne

Noodweg 37, Hilversum  
Postbus 155  
3769 ZJ Loosdrecht

Contactpersoon

Ing. T.P. Kuipers  
*Senior adviseur straling*  
T 035-5774533  
MDTN \*06 5774533  
M 06-51068767  
tp.kuipers.01@mindef.nl

Versie

1.0

Opdrachtgever

Projectteam J79 motoren

Auteur(s)

Opgesteld door Bureau SBD en Cluster Straling

Projectnummer

11-0001

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Distributielijst.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Voorwoord.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Samenvatting en conclusie .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Meetmethoden.....</b>	<b>7</b>
	5.1 Inwendige dosimetrie .....	7
	5.2 Uitwendige dosimetrie .....	8
	5.2.1 Actieve dosimetrie .....	8
	5.2.2 Passieve dosimetrie .....	8
<b>6</b>	<b>Resultaten .....</b>	<b>9</b>
	6.1 Inwendige dosimetrie .....	9
	6.2 Uitwendige dosimetrie .....	13
	6.2.1 Actieve dosimetrie .....	13
	6.2.2 Passieve dosimetrie .....	14
	6.3 Jaardosis.....	16
<b>7</b>	<b>Conclusie .....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Discussie .....</b>	<b>17</b>
<b>9</b>	<b>Referentielijst.....</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>Bijlagen .....</b>	<b>19</b>

## 1 Distributielijst

Kopieën (hardcopy) van dit rapport gaan naar:

LTKOL Ing. M. Beijen (1x)  
Adres: MPC58A  
NL  
Postbus 90822  
2509 LV Den Haag

Ing. H. Willems (1x)  
Adres: MPC91A  
NL  
Postbus 77  
4630 AB Hoogerheide

Ing. P. Rugebregt (3x)  
Adres: Noodweg 37  
NL  
1213 PW Hilversum

A.S. de Koning, arts (1x)  
Adres: Noodweg 37  
NL  
1213 PW Hilversum

## 2 Voorwoord

Dit rapport bevat de beschrijving van de verschillende metingen aan de J79 straalmotoren en dosisschattingen. Het is mede de bedoeling van dit rapport om alle voor de uitgevoerde metingen gebruikte documentatie vast te leggen. Dit heeft tot gevolg dat een deel van dit rapport niet makkelijk toegankelijk is voor niet-stralingsdeskundigen. Om die reden is voor de minder in de stralingshygiëne ingevoerde lezer een samenvatting opgenomen.

## 3 Samenvatting en conclusie

De plaatsing van J79 straalmotoren bij Regionale Opleidingscentra (ROCa) heeft geleid tot blootstelling aan ioniserende straling van zowel docenten als leerlingen door de radioactieve thoriumhoudende casing. Er is een eerste inventarisatie gemaakt door het Bureau Stralingsbeschermingsdienst (SBD) die bestaat uit stralingsmetingen en interviews met docenten. De resultaten in dit rapport bestaan uit actieve en passieve bepaling van de externe bestraling van zowel docenten als leerlingen. Ook is een rekenkundige bepaling van de inwendige dosis gedaan door te bepalen wat de inhalatiedosis is van radon en thoron afkomstig uit de casing van de J79 straalmotor. Om de verdere inwendige dosis te bepalen als gevolg van ingestie of inhalatie van radioactieve deeltjes zijn aan de casing besmettingsmetingen gedaan door middel van veegproeven.

De totale effectieve dosis per jaar is bepaald door de som te nemen van de producten van de stralingszoneverblijftijd en het effectieve dosistempo per zone. De resultaten van deze conservatieve effectieve jaardosesberekeningen leveren geen overschrijding van de wettelijke limieten op. De inhalatiedosis als gevolg van radon en thoron is te verwaarlozen. De ingestie- en inhalatiedosis ten gevolge van afveegbare radioactieve besmettingen zijn eveneens te verwaarlozen. De resultaten van de besmettingsmetingen vallen binnen de wettelijke limieten. Ook vallen de equivalente huid- en equivalente ooglensdoses binnen de wettelijke limieten.

## 4 Inleiding

Op 18 november 2011 is Defensie benaderd door het ROC te Maastricht over mogelijke gezondheidsrisico's van de voor lesdoeleinden bestemde J-79 straalmotor. Defensie heeft naar aanleiding van deze melding uit Maastricht een aantal acties ondernomen welke zijn beschreven in de brief aan de Tweede Kamer van 26 november 2010. Eén van de maatregelen betrof een eerste snelle inventarisatie van de mogelijke stralingsrisico's door de SBD.

De J79 straalmotoren waren tot de jaren tachtig bij Koninklijke Luchtmacht in gebruik in de F104-Starfighter. Na het afstoten van dit type gevechtsvliegtuig zijn enkele van de motoren in bruikleen gegeven aan scholen voor onderwijsdoeleinden ten behoeve van de opleiding tot vliegtuigmonteur. Verder zijn enkele motoren beschikbaar gesteld aan musea.

De mogelijke risico's op schade voor de gezondheid zijn gebaseerd op de aanwezigheid van radioactief thorium ( $^{232}\text{Th}$  en  $^{230}\text{Th}$ ) in het omhulsel (casing) van de compressor van de straalmotoren. Dit rapport gaat niet in op de risico's van het ook in de motoren aangetroffen asbest.

De bevindingen van de SBD zijn gedocumenteerd in vier rapporten (zie Bijlage 1). De rapporten zijn aangeboden aan de VROM inspectie en Arbeidsinspectie met de kanttekening dat de rapporten vanwege de geboden snelheid een eerste inventarisatie hebben opgeleverd en dat voor een goede inventarisatie aanvullende metingen noodzakelijk zijn.

Dit rapport bevat een uitgebreide verslaglegging van de metingen die zijn verricht aan de J-79 motoren die aanwezig waren bij verschillende ROCa ten behoeve van lesdoeleinden.

## 5 Meetmethoden

### 5.1 Inwendige dosimetrie

Om een indicatie te krijgen van de inwendige stralingsdosis als gevolg van het innemen van radioactieve partikels, zijn veegproeven van de casing genomen. De veegproeven zijn uitgevoerd met Wattman filterpapiertjes, zowel droog als nat. Het veegrendement van een gemiddelde, natte veegproef wordt geschat op 10%. De massafractie thorium in de legering ligt, volgens de fabrikant van de straalmotoren, tussen 2% en 4%. In onze berekeningen gaan we uit van 4%. Het geveegde oppervlak per veegproef is 10 cm<sup>2</sup>. De twee series, nat en droog, van elk tien veegproeven worden uitgevoerd met ronde Wattman filters (Ø 55 mm) en een kleine hoeveelheid water.

De veegproeven zijn zo genomen dat er voor de blootstelling tijdens de werksituatie representatieve oppervlakken geveegd worden. Dit houdt in dat er een oppervlak geveegd wordt waar direct fysisch contact mee is geweest of kan zijn geweest en geen laklaag aanwezig is. Na het vegen zijn de monsters in een afsluitbaar plastic zakje gedaan welke zijn voorzien van een unieke barcodesticker. Ook is er schraapsel van de casing verzameld en gemeten.

De monsters zijn gemeten op een, voor het gebruikte veegproefmateriaal gekalibreerde en geschikte gammaspectrometrie-opstelling.

Om een hoger meetrendement te behalen zijn de monsters (disks) bovenop elkaar gelegd (samengedrukt om een enkel filtergeometrie na te bootsen) of is de meettijd van de meting verlengd. De monsters zijn daarbij in hun zakjes gebleven om kruisbesmetting te voorkomen. De volledige gammaspectrometrieraapporten per droog en nat monster zijn bijgevoegd (zie Bijlage 2). Ook zijn er soortgelijke veegproeven genomen en gemeten met behulp van een Liquid Scintillation Counter (LSC<sup>1</sup>).

In de vervalreeks van thorium (<sup>232</sup>Th en <sup>230</sup>Th) komt radon (<sup>220</sup>Rn en <sup>222</sup>Rn) voor. Radon is gasvormig bij kamertemperatuur waarbij de mogelijkheid bestaat dat dit gas uit de casing emaneert<sup>2</sup>. Er bestaat dan een mogelijkheid dat dit gas geïnhaleerd wordt waarbij de betreffende persoon inwendig blootgesteld wordt. De stralingsdosis als gevolg van deze radonblootstelling is rekenkundig benaderd bij de resultaten.

<sup>1</sup> Packard Tri-Carb 2900TR, S/N 423001

<sup>2</sup> Met emanatie wordt hier bedoeld het vrijkomen uit de materiaalmatrix van bij kamertemperatuur gasvormige radioactieve isotopen

## 5.2 Uitwendige dosimetrie

### 5.2.1 Actieve dosimetrie

Om een indicatie te krijgen van de uitwendige stralingsdosis te krijgen, zijn naast de eerste inventarisatiemetingen, aanvullende stralingsmetingen uitgevoerd. De dosistempomonitor rondom de casing van een J79 straalmotor zijn gemeten met een gekalibreerde bèta- en gammadosistempomonitor (Victoreen 190SI, S/N 332, met probe 489-110D, S/N 112) op een statief, waarbij de Victoreen 190 was ingesteld op de integratiemodus. De Victoreen is gekalibreerd in  $H_p(10)$ . De omgeving rondom de casing wordt, op een vaste hoogte ( $h$ ) van de middellijn van de cilindrische J79 straalmotor, door middel van deze bèta- en gammadosistempomonitor in kaart gebracht met behulp van een afstandenmatrix. De metingen worden dubbel uitgevoerd i.e. met en zonder afscherming (1 cm dik perspex) voor bètastraling om de verhouding tussen het bèta- en gammadosistempo vast te kunnen stellen. Ter correctie van de brutometingen is het achtergrondstralingsniveau gemeten, ook op hoogte  $h$ , op een voldoende afstand ( $>10$  meter) van de casing of andere stralingsbronnen.

### 5.2.2 Passieve dosimetrie

Om een indruk te krijgen van de huiddosis,  $H_s(0,07)$  ICRU, van de ooglensdosis,  $H_p(3)$  ICRU en, ter aanvulling van de al met een actieve persoonsdosismeter gemeten persoonsdosis,  $H_p(10)$  ICRU, is besloten ook te meten met passieve persoonsdosimeters gedurende een langere tijd (4 weken). Deze metingen zijn uitgevoerd met TLD's<sup>3</sup>. De huiddosis en de persoonsdosis worden respectievelijk oppervlaktedosis en dieptedosis genoemd.

De persoonsdosimeters zijn op fantomen (handfantomdikte 7 cm, lichaamsfantomdikte 18 cm) gehangen ter correctie van de afwezigheid van backscatter<sup>4</sup> van een menselijk lichaam.

Ook is op twee plaatsen op voldoende afstand van de straalmotoren ( $>10$  meter) met twee TLD's het achtergrondstralingsniveau gemeten op dezelfde hoogte  $h$ . De TLD's zijn betrokken en uitgelezen bij NRG (Arnhem).

<sup>3</sup> TLD: een thermoluminescentiedosismeter meet cumulatief diverse soorten straling door veranderingen in het stralingsgevoelige materiaal te meten met behulp van thermoluminescentie

<sup>4</sup> weerkaatsing van fotonen



## 6 Resultaten

### 6.1 Inwendige dosimetrie

Uit de interviews met de docenten bleek dat er geen verspanende handelingen zijn verricht aan de casings. Dit betekent dat er, actief, geen thoriumhoudend stof geproduceerd is. Wel is het mogelijk dat er door slijtage of corrosie van de casing stofdeeltjes ontstaan. Om dit aan te tonen zijn er veegproeven gedaan aan de casings om de aanwezigheid van dergelijke afveegbare thoriumhoudende deeltjes vast te stellen, zie Tabel 1, Tabel 2 en Tabel 3. De gemiddelde activiteit is gewogen gemiddeld aan de hand van de abundantie van gamma-energieën per isotoop. In Bijlage 2 staan de methodieken en resultaten van deze veegproeven uitgebreid weergegeven.

**Tabel 1 Gewogen gemiddelde  $^{232}\text{Th}$  activiteit gemeten met gammaspectrometrie-opstelling**

Monster	Gewogen gemiddelde $^{232}\text{Th}$ activiteit per veegpapiertje [Bq/disk]	Onzekerheid in gewogen gemiddelde $^{232}\text{Th}$ activiteit [%]
1 (droog)	ND*	ND
2	ND	ND
3	3.06E-02	29.09
4	5.45E-02	33.94
5	6.22E-02	28.58
6	1.34E-02	34.22
7	3.23E-02	24.68
8	3.06E-02	40.54
9	4.91E-02	8.18
10	4.05E-02	15.52

\* ND betekent niet detecteerbaar

Uit de resultaten in Tabel 1 blijkt dat de afveegbare besmettingen gemiddeld een factor 125 (bij een veegoppervlakte van 10 cm<sup>2</sup> per veegproef) onder de besmettingsgrens van 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> voor  $\alpha$ -emitters zit.

**Tabel 2 Gewogen gemiddelde <sup>232</sup>Th activiteitsconcentratie**

Monster	Gewogen gemiddelde <sup>232</sup> Th gammaspectrometrisch bepaalde activiteitsconcentratie [Bq/gram]	Onzekerheid in gewogen gemiddelde <sup>232</sup> Th activiteit [%]
Schraapsel J79	1.41E+01	1.81

Uit Tabel 2 blijkt dat het verzamelde schraapsel (massa: 0,788 gram) een thoriumactiviteitsconcentratie heeft van 14,1 Bq per gram gemeten met een gammaspectrometrie-opstelling.

Het schraapsel is ook gemeten in een LSC. Er is 0,2 gram schraapsel bij 10 ml LLT-cocktail gedaan en gemeten gedurende 180 minuten in de LSC. Het rendement is geschat op 40% aan de hand van de tSIE, deze was voor deze meting 629. De activiteitsconcentratie aan de hand van deze meting is berekend op 311 Bq per gram.

**Tabel 3 Activiteitsbepaling LSC**

Monster	Met LSC bepaalde activiteit per monster waarbij geldt $\eta=50\%$ [Bq/monster]
1 (droog)	0.37
1 (nat)	0.03
2 (droog)	0.13
2 (nat)	0.53
3 (droog)	0.07
3 (nat)	0.23
4 (droog)	0.07
4 (nat)	0.23
5 (droog)	0.03
5 (nat)	0.23

Het veegoppervlak per monster bedraagt 10 cm<sup>2</sup>. Uit Tabel 3 blijkt dan dat *monster 2 (nat)* boven de besmettingsgrens van 0,4 Bq/cm<sup>2</sup> voor  $\alpha$ -emitters uitkomt.

### Dosisberekening geëmaneerde isotopen

Bij het thoriumproductieproces wordt thorium chemisch gescheiden van andere materialen. We nemen aan dat bij dit proces  $^{230}\text{Th}$  en  $^{232}\text{Th}$  chemisch niet te onderscheiden zijn en dat beide isotopen zich dan ook in de casing bevinden. De vervalschema's<sup>5</sup> van deze isotopen geven aan dat  $^{232}\text{Th}$  en  $^{230}\text{Th}$  vervallen naar respectievelijk  $^{220}\text{Rn}$  (*thoron*) en  $^{222}\text{Rn}$  (*radon*). Deze isotopen zijn gasvormig bij kamertemperatuur en kunnen emaneren uit het dragermateriaal. De porositeit van het betreffende materiaal, hier de legering, is hierbij de belangrijkste parameter. In de wetenschappelijke literatuur is geen emanatiefactor bekend van metaalachtige legeringen, echter wel van bouwmaterialen<sup>6</sup> zoals beton. De structuur van de legering is zo gesloten dat deze (veel) minder poreus is dan menig bouw materiaal. Toch stellen we bij de berekening<sup>7</sup> van de emanatie ( $\dot{P}$ ) van  $^{220}\text{Rn}$  en  $^{222}\text{Rn}$  gelijk aan die van beton<sup>8</sup>, namelijk 1,1 Bq/h per  $\text{m}^2$ .

Aannames:

- de fractie geëmaneerde activiteit en geïnhaleerde activiteit is 1 (100%)
- de werkruimte wordt geventileerd ( $\lambda=0,25 \text{ h}^{-1}$ )
- de dosisconversiecoëfficiënt voor  $^{220}\text{Rn}$  ( $DCC_{^{220}\text{Rn}}$ ) is: 40 nSv/h per  $\text{Bq}/\text{m}^3$
- de dosisconversiecoëfficiënt voor  $^{222}\text{Rn}$  ( $DCC_{^{222}\text{Rn}}$ ) is: 9 nSv/h per  $\text{Bq}/\text{m}^3$
- het ademdebiet van een huisbewoner wordt gelijk gesteld aan die van een ROC-leerling
- de emanatiefactoren van  $^{220}\text{Rn}$  en  $^{222}\text{Rn}$  zijn gelijk
- na emanatie verdeelt het radon zich instantaan homogeen over de werkruimte
- het volume van de werkruimte ( $V_{\text{hal}}$ ) is  $300 \text{ m}^3$
- alle dochternucliden in de casing zijn in evenwicht met elkaar
- $t_{\frac{1}{2}, \text{fys}, ^{222}\text{Rn}}$  en  $t_{\frac{1}{2}, \text{fys}, ^{220}\text{Rn}}$  zijn resp. 3,825 dagen en 55,6 seconden
- $\lambda_{\text{fys}, ^{222}\text{Rn}}$  en  $\lambda_{\text{fys}, ^{220}\text{Rn}}$  zijn resp.  $0,008 \text{ h}^{-1}$  en  $45 \text{ h}^{-1}$
- de conservatieve leerlingverblijftijdsfactor ( $f_v$ ) van 600 verblijfsuren per studiejaar

<sup>5</sup> Radionucliden, A.S. Keverling Buisman, 2<sup>e</sup> druk, augustus 2007

<sup>6</sup> Exposure to natural radioactivity in the Netherlands: the impact of building materials, 2010, P. de Jong, Arnhem, The Netherlands

<sup>7</sup> worst case scenario berekening

<sup>8</sup> Exposure to natural radioactivity in the Netherlands: the impact of building materials, 2010, P. de Jong, Arnhem, The Netherlands

Met behulp van de volgende formules en bovenstaande aannames is de totale effectieve inhalatiedosis per jaar als gevolg van radonblootstelling berekend, als ware de casing van beton.

$$1) \quad A_{sp} = n \cdot f_{atoom} \cdot \lambda_{232Th} \cdot \frac{N_A}{M}$$

De specifieke activiteit van  $^{232}\text{Th}$  van beton is  $0,018 \text{ Bq/g}$ <sup>9</sup>. De berekende specifieke activiteit van  $^{232}\text{Th}$  in de casing is  $108 \text{ Bq/g}$  volgens Formule 1), ervan uitgaande dat de legering  $4\%$   $^{232}\text{Th}$  bevat. Uit de veegproefmetingen van schraapsel komt een specifieke  $^{232}\text{Th}$  activiteit van  $14,1 \text{ Bq/g}$  naar voren. De oorzaak van het verschil tussen de berekende en gemeten waarde kan liggen in niet-representatief schraapsel (veel lak, weinig "casing"), een lagere  $^{232}\text{Th}$  massafractie dan door de fabrikant vermeld ( $<4\%$ ) of door een corrosiesnelheidsverschil tussen magnesium, aluminium en thorium. Het verschil tussen de specifieke  $^{232}\text{Th}$  activiteit in beton en in de casing is een factor 6020.

$$2) \quad A_{conc,eq,^{222}\text{Rn}} = \frac{\dot{P}}{(\lambda_{f,^{222}\text{Rn}} + \lambda_{vent}) \cdot V_{hal}}$$

$$3) \quad A_{conc,eq,^{220}\text{Rn}} = \frac{\dot{P}}{(\lambda_{f,^{220}\text{Rn}} + \lambda_{vent}) \cdot V_{hal}}$$

In formule 2 en 3 zijn de insteltijden voor de evenwichten op oneindig gesteld. De eenheid van de activiteitsconcentratie is  $\text{Bq/m}^3$ .

$$4) \quad \sum \dot{E} = f_v \cdot (DCC_{^{222}\text{Rn}} \cdot A_{conc,eq,^{222}\text{Rn}} + DCC_{^{220}\text{Rn}} \cdot A_{conc,eq,^{220}\text{Rn}})$$

De totale effectieve inhalatiedosis als gevolg van radoninhalatie per jaar per ROC-leerling is, ongecorrigeerd voor de specifieke activiteit,  $4 \text{ nSv}$  per jaar.

Om de dosisvergelijking tussen beton en casing te corrigeren voor de specifieke activiteit van  $^{232}\text{Th}$  wordt de totale effectieve inhalatiedosis met de verschilfactor 6020 vergroot zodat de totale effectieve dosis uitkomt op  $22 \mu\text{Sv/jaar}$  als de casing gemaakt zou zijn van beton.

De emanatie van  $^{222}\text{Rn}$  en  $^{220}\text{Rn}$  uit de casing ligt factoren lager doordat de structuur van de casing veel dichter (niet-poreus) is dan het zeer poreuze beton.

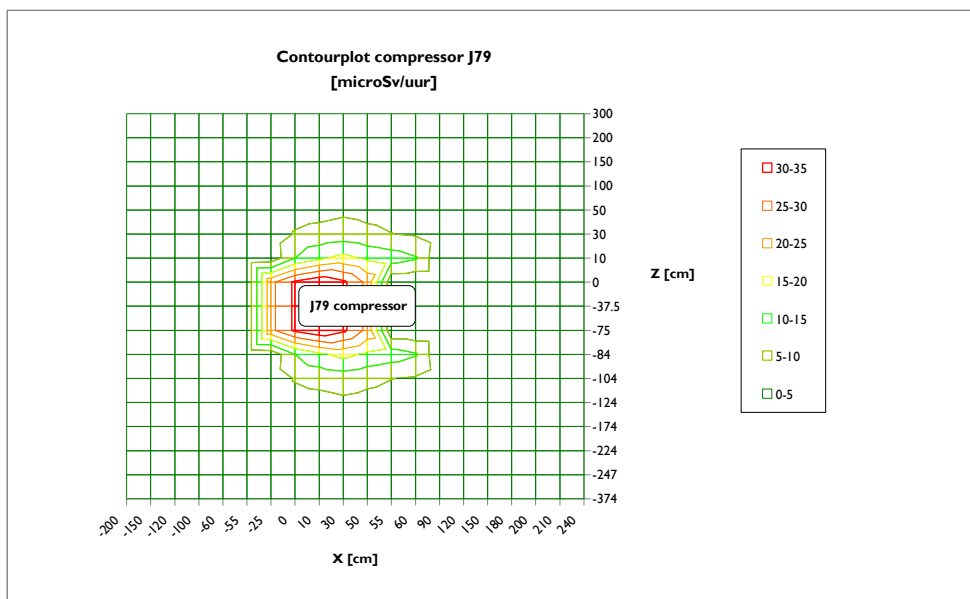
<sup>9</sup> Exposure to natural radioactivity in the Netherlands: the impact of building materials, 2010, P. de Jong, Arnhem, The Netherlands

## 6.2 Uitwendige dosimetrie

### 6.2.1 Actieve dosimetrie

De ruwe meetresultaten staan vermeld in een afstandenmatrix met gamma- en bètadosistemponiveaus in Bijlage 4.

De resultaten van deze uitgebreide metingen zijn visueel samengevat in Figuur 1. Om het figuur compleet te maken zijn interpolaties tussen meetwaarden toegepast.



**Figuur 1** Contourplot compressor J79

### 6.2.2 Passieve dosimetrie

Met behulp van TLD's is de omgeving rondom een casing in kaart gebracht. Gedurende een maand zijn op voor blootstelling relevante locaties TLD's opgehangen in het stralingsveld rondom de casing. Zo zijn voor de huiddosisebepaling (oppervlakedosis) de TLD's op de casing gehangen (afstand 0 cm), voor de oogdosisebepaling,  $H_p(3)$  ICRU, zijn de TLD's op een afstand van 30 cm opgehangen en voor de persoonsdosismeting (dieptedosis) zijn de TLD's op een afstand van 50 en 100 cm opgehangen.

Na een maand zijn de TLD's uit het stralingsveld gehaald en verzonden naar de dosimetriedienst van NRG<sup>10</sup> om uitgelezen te worden. De meetresultaten voor oppervlakedosis en dieptedosis staan weergegeven in Tabel 4. De effectieve meettijd van deze meting was 28 dagen (14 maart 2011 t/m 11 april 2011).

**Tabel 4 Meetresultaten omgevingsdosimetrie TLD's**

badgenummer	TLD-locatie (X,Z)	$H_s(0,07)$ [mSv]	$H_p(10)$ [mSv]	$\dot{H}_s(0,07)$ [ $\mu$ Sv/uur]	$\dot{H}_p(10)_{passief}$ [ $\mu$ Sv/uur]	$\dot{H}_p(10)_{actief}$ [ $\mu$ Sv/uur]
1	(55,0)	9.14	6.72	13.60	10.00	ng*
2	(20,0)	32.14	7.65	47.83	11.38	32.63
3	(40,20)	7.18	2.24	10.68	3.33	11.78
4	(40,20)	5.93	2.24	8.82	3.33	11.78
5	(30,80)	0.43	0.41	0.64	0.61	2.71
6	(30,80)	0.44	0.41	0.65	0.61	2.71
7	(0,120)	0.28	0.26	0.42	0.39	0.81
8	(0,120)	0.25	0.23	0.37	0.34	0.81
9	achtergrond	0.01	0.01	0.01	0.01	ng
10	achtergrond	0.01	0.01	0.01	0.01	ng

\*ng staat voor 'niet gemeten'

#### Hand

Het equivalente huiddosistempo, 48  $\mu$ Sv per uur, wordt grotendeels veroorzaakt door  $\alpha$ - en  $\beta$ -deeltjes gezien de afnemende ratio  $H_s(0,07)$  en  $H_p(10)$  bij een toenemende afstand tussen de casing en de TLD. De werkzaamheden van de leerlingen en de docenten op of aan de casing zijn met de hand uitgevoerd. Terugrekenend vanuit de equivalente handdosislimiet per jaar voor een lid van de bevolking (50 mSv/jaar), moeten de handen van een persoon meer dan 1000 uren per jaar direct op de casing hebben gerust. De tijdsduur van de werkzaamheden gedaan direct op of aan de casing is minder dan 1000 uren per jaar geweest<sup>11</sup>. Het is dan ook zeer onwaarschijnlijk dat een ROC-leerling of -docent aan een limietoverschrijdende waarde voor equivalente handdosis is blootgesteld.

<sup>10</sup> NRG: Nuclear Research Group (www.nrg.eu)

<sup>11</sup> Art. 49 Besluit stralingsbescherming, equivalente huiddosislimiet: 50 mSv/jaar voor een lid van de bevolking

## Ogen

De resultaten van de meting van de equivalente huiddosis met een TLD, gekalibreerd om  $H_s(0,07)$  te meten, zijn representatief voor de equivalente ooglensdosis  $H_p(3)$  volgens R. Behrens<sup>12</sup> et al. Het equivalente ooglensdosistempo,  $H_p(3)$ , is dan gemiddeld 14  $\mu\text{Sv}$  per uur. Ook hier geldt dat een leerling of docent meer dan 1000 uren aan de casing moet werken om de equivalente ooglensdosislimiet<sup>13</sup> te overschrijden. Het is dan ook zeer onwaarschijnlijk dat een ROC-leerling of -docent aan een limietoverschrijdende waarde voor equivalente ooglensdosis is blootgesteld.

<sup>12</sup> R. Behrens, J. Engelhardt, M. Figel, O. Hupe, M. Jordan, and R. Seifert  $H_p(0.07)$  PHOTON DOSEMETERS FOR EYE LENS DOSIMETRY: CALIBRATION ON A ROD Vs. A SLAB PHANTOM *Radiat Prot Dosimetry (2011)*, first published online March 9, 2011

<sup>13</sup> Art. 49 Besluit stralingsbescherming, equivalente ooglensdosislimiet: 15 mSv/jaar voor een lid van de bevolking

### 6.3 Jaardosis

De verblijftijden en de effectieve stralingsdoses per jaar voor de leerlingen en de docenten van de ROCa zijn aan de hand van interviews met docenten bepaald en uiteengezet in onderstaande matrix. Onderstaande tabel is samengesteld uit de eerdere rapportages van de SBD. De limiet voor effectieve dosis per hoofd van de bevolking ligt op 1 mSv per jaar (1000  $\mu$ Sv per jaar).

**Tabel 5 Effectieve jaardosismatrix per ROC per docent of leerling**

Locatie	Zone	Dosistempo per zone [ $\mu$ Sv/uur]	Verblijftijd docent [uur/jaar]	Verblijftijd leerling [uur/jaar]	Jaardosis docent per zone [ $\mu$ Sv/jaar]	Jaardosis leerling per zone [ $\mu$ Sv/jaar]
<b>ROC Tilburg</b>	1	10	0	0	0	0
	2	5	20	10	100	50
	3	0,5	40	10	20	5
	Totaal				<b>120</b>	<b>55</b>
<b>ROC De Leeuwenborgh Maastricht</b>	1	10	0	0	0	0
	2	5	150	100	750	500
	3	0,5	450	44	225	22
	Totaal				<b>975</b>	<b>522</b>
<b>ROC Hoofddorp</b>	1	10	0	0	0	0
	2	5	50	10	250	50
	3	0,5	50	10	25	5
	instrument enpa neel F-104	5	50	10	250	50
	Totaal				<b>525</b>	<b>105</b>
<b>Deltion College Zwolle</b>	1	10	0	1	0	10
	2	5	4	0	20	0
	3	0,5	0	0	0	0
	Totaal				<b>20</b>	<b>10</b>



## 7 Conclusie

De natte en droge veegproeven van de casing geven aan dat er met behulp van gammaspectrometrie geen significante afveegbare  $^{232}\text{Th}$  besmettingen zijn gevonden. Wel is er met behulp van de LSC één afveegbare besmetting gevonden. De gebruikte meetmethode is indicatief voor een inschatting van de afwrijfbare activiteit.

Verspaning (schuren, slijpen, lassen) van de casing is niet voorgekomen bij de ROCa. De inwendige effectieve dosis als gevolg van ingestie en inhalatie van radioactieve thoriumdeeltjes is verwaarloosbaar.

Het is zeer onwaarschijnlijk dat een ROC-leerling of -docent aan een limietoverschrijdende waarde voor equivalente handdosis is blootgesteld. Ook is het zeer onwaarschijnlijk dat een ROC-leerling of -docent aan een limietoverschrijdende waarde voor equivalente ooglensdosis is blootgesteld.

De dosistempozonering, eerder toegepast in de eerste SBD-rapportages, wordt bevestigd door deze aanvullende metingen. Vastgesteld is dat de grenswaarden van de gebruikte zoneringen maximale dosiswaarden zijn binnenin de zone. De vormen van de zones zijn minder ovaalvormig dan eerder beschreven. De verschillen tussen de eerste indicatieve metingen en de aanvullende metingen beschreven in dit rapport zijn niet van invloed op de eerder berekende jaardosis.

De passieve meetresultaten geven een lagere jaardosis aan in vergelijking met de berekeningen gebaseerd op de actieve dosismetingen van de SBD. Bij de berekening van de jaardoses is uitgegaan van het hoogste dosistempo.

De inhalatiedosis als gevolg van radonemanatie uit de casings is zeer laag en verwaarloosbaar klein ten opzichte van de externe bestraling.

## 8 Discussie

De verschillen tussen de dosisresultaten verkregen met passieve en de actieve dosismeters worden onder andere verklaard door een verschil in achtergronddosistempo gehanteerd door het NRG en het achtergronddosistempo heersend op de meetlocatie.

De telcocktail waarmee de veegproeven zijn bemeten is een Low Level Tritium (LLT) variant wat betekent dat deze telcocktail het meest geschikt is voor het bemeten van lage concentraties tritium. Het rendement voor deze meting is conservatief gekozen. Voor een exacte thoriumbesmettingsmeting moet een  $\alpha$ -spectrometrie-analyser worden gebruikt.

De belangrijkste onzekerheid bij de jaardosisberekening blijft de menselijke inschatting van de hoeveelheid uren gewerkt aan of in de buurt van de casing. Ook valt op te merken dat er uit het oogpunt van stralingsbescherming noch rechtvaardiging, noch optimalisatie van de stralingsbelasting is toegepast.

## 9 Referentielijst

Handboek radionucliden, A.S. Keverling Buisman, augustus 2007

Inleiding in de stralingshygiëne, Bos et al, 2000

Exposure to natural radioactivity in the Netherlands: the impact of building materials, Peter de Jong, 2010

R. Behrens, J. Engelhardt, M. Figel, O. Hupe, M. Jordan, and R. Seifert  $H_p(0.07)$  PHOTON DOSEMETERS FOR EYE LENS DOSIMETRY: CALIBRATION ON A ROD Vs. A SLAB PHANTOM *Radiat Prot Dosimetry* (2011), first published online March 9, 2011

Richtlijn Radionuclidenlaboratoria (Publicatie 94-02)

HARAS; Beschrijving en resultaten van een analysemethode voor risico-evaluatie van het werken met open stoffen, T. Klaver, Chr.J. Huyskens, Y. Franken

## 10 Bijlagen

## Bijlage 1 Inventarisatierapporten SBD

### Meetresultaten ROC Hoofddorp

**Tabel 6 Dosisberekening bij het ROC Hoofddorp; leerlingen**

Zone	Verblijftijd [uur/jaar]	$\dot{H}_p(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv/jaar}$ ]
1	0	10	0
2	10	5	50
3	10	0,5	5
totaal	20		55 (0,06 mSv/jaar)

**Tabel 7 Dosisberekening bij het ROC Hoofddorp; docenten**

Zone	Verblijftijd [uur/jaar]	$\dot{H}_p(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv/jaar}$ ]
1	0	10	0
2	50	5	250
3	50	0,5	25
Totaal	100		275 (0,28 mSv/jaar)

### Meetresultaten ROC Maastricht

**Tabel 8 Dosisberekening bij het ROC Maastricht; leerlingen**

Zone	Verblijftijd [uur/jaar]	$\dot{H}_p(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv/jaar}$ ]
1	0	10	0
2	100	5	500
3	44	0,5	22
totaal	144		522 (0,52 mSv/jaar)

**Tabel 9 Dosisberekening bij het ROC Maastricht; docenten**

Zone	Verblijftijd [uur/jaar]	$\dot{H}_p(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	Effectieve dosis [ $\mu\text{Sv/jaar}$ ]
1	0	10	0
2	150	5	750
3	450	0,5	225
totaal	600		975 (0,98 mSv/jaar)

### Meetresultaten ROC Tilburg

**Tabel 10 Dosisberekening bij het ROC Tilburg; leerlingen**

<b>Zone</b>	<b>Verblijftijd [uur/jaar]</b>	$\dot{H}_p(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	<b>Effectieve dosis [<math>\mu\text{Sv/jaar}</math>]</b>
1	0	10	0
2	10	5	50
3	10	0,5	5
<b>totaal</b>	<b>20</b>		<b>55 (0,06 mSv/jaar)</b>

**Tabel 11 Dosisberekening bij het ROC Tilburg; docenten**

<b>Zone</b>	<b>Verblijftijd [uur/jaar]</b>	$\dot{H}_p(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	<b>Effectieve dosis [<math>\mu\text{Sv/jaar}</math>]</b>
1	0	10	0
2	20	5	100
3	40	0,5	20
<b>totaal</b>	<b>60</b>		<b>120 (0,12 mSv/jaar)</b>

### Meetresultaten ROC Zwolle

**Tabel 12 Dosisberekening bij het ROC Zwolle; leerlingen**

<b>zone</b>	<b>Verblijftijd [uur/jaar]</b>	$\dot{H}_p(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	<b>Effectieve dosis [<math>\mu\text{Sv/jaar}</math>]</b>
1	1	10	10
2	0	5	0
3	0	0,5	0
<b>totaal</b>	<b>1</b>		<b>10 (0,01 mSv/jaar)</b>

**Tabel 13 Dosisberekening bij het ROC Zwolle; docenten**

<b>zone</b>	<b>Verblijftijd [uur/jaar]</b>	$\dot{H}_p(10)$ [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	<b>Effectieve dosis [<math>\mu\text{Sv/jaar}</math>]</b>
1	0	10	0
2	4	5	20
3	0	0,5	0
<b>totaal</b>	<b>4</b>		<b>20 (0,02 mSv/jaar)</b>

## Bijlage 2 Meetgegevens veegproeven

Onderstaande rapportage beschrijft de methodieken en de totstandkoming van de meetresultaten van de veegproeven.

---

---

### **Resultaten Veegsamples J79** **vliegtuigmotoren** **maart 2011**



---

Dongen, maart 2011  
Versie Definitief

---

Steller:

Dhr. Ing. H.Willems

## Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Algemeen .....</b>	<b>24</b>
<b>2.</b>	<b>Informatie aangaande de veegmonsters .....</b>	<b>24</b>
<b>3.</b>	<b>Gebruikte apparatuur .....</b>	<b>24</b>
<b>4.</b>	<b>Vorbereiding en uitvoeren van de meting .....</b>	<b>26</b>
	4.1 Sample Identificatie	27
<b>5.</b>	<b>Geometry Composer .....</b>	<b>28</b>
<b>6.</b>	<b>Bijlage A .....</b>	<b>31</b>
	6.1 Sample 1 droog (CBRNe Id 2007892)	31
	6.2 Sample 2 droog + 2 nat (CBRNe Id 2007893)	34
	6.3 Sample 3 droog + 3 nat (CBRNe Id 2007894)	37
	6.4 Sample 4 droog + 4 nat (CBRNe Id 2007895)	39
	6.5 Sample 5 droog + 5 nat (CBRNe Id 2007896)	42
	6.6 Sample 6 droog + 6 nat (CBRNe Id 2007897)	44
	6.7 Sample 7 droog + 7 nat (CBRNe Id 2007898)	46
	6.8 Sample 8 droog + 8 nat (CBRNe Id 2007899)	48
	6.9 Sample 9 droog + 9 nat (CBRNe Id 2007900)	50
	6.10 Sample 10 droog + 10 nat (CBRNe Id 2007901)	53
<b>7.</b>	<b>Bijlage B .....</b>	<b>56</b>
	7.1 Schraapsel J79	56
<b>8.</b>	<b>Bijlage C .....</b>	<b>59</b>
	8.1 Samples tbv Liquid Scintillation Analyzes	59

## 1 Algemeen

Van diverse motoren van het type J79 is vastgesteld dat de casing, een legering van materialen, thorium houdend is. Om vast te stellen of het oppervlakte van de casing radioactief besmet is, zijn veegmonsters genomen. De SBD heeft een 20-tal veegmonsters genomen tbv spectrometrie analyse en 10 veegmonsters tbv Liquid Scintillation Analysis (LSA). Ook is van de casing schraapsel verwijderd en verzameld in een telflesje.

Op 24 januari 2011 zijn deze monsters aangeboden aan het LCW/Cluster CBRNe. Het cluster zal de monsters, mbv een gamma spectrometrie opstelling en een LSC, onderzoeken en analyseren.

## 2 Informatie aangaande de veegmonsters

De SBD heeft op 10 verschillende plekken van de motor(en) veegmonsters genomen. Het veegmonster is genomen met een filterpapiertje van het type Whatman rond 55mm. Van elke plek is zo een droog en een nat veegmonster genomen. De afzonderlijke veegmonsters zijn in een plastic zakje geplaatst. Op het zakje is het sample-nummer gevolgd door droog of nat geschreven, bv "10 droog" of "10 nat".

Tbv de LSA zijn 5 droge en 5 natte veegmonsters (Whatman rond 2cm) genomen. Het schraapsel is verzameld in een telflesje met opschrift "OXIDE MOTOR". Het cluster heeft de monsters voorzien van een unieke (bar)codesticker wat het identificeren / registeren vereenvoudigd.

## 3 Gebruikte apparatuur

Voor het opnemen en analyseren van een gammaspec gebruikt het cluster CBRNe de **Inspector- 2000**, een systeem van Canberra. Dit systeem bestaat uit:

- de Inspector-2000, model 1300, serienummer 2018082
- een BEGE 3830-7935-7 Broad Energy Germanium Detector in Portable Multi Attitude Cryostat, serienummer B00186
- een loodkasteel waarin de detector is geplaatst

Dit systeem wordt met behulp van referentie-standaarden wekelijks gekalibreerd (QA) om zodoende de stabiliteit en inzetbaarheid te borgen. Tijdens recente controles is een drift (shift) in de energiekanaal vastgesteld wat de inzetbaarheid ernstig beperkte. Nader onderzocht heeft aangetoond dat deze shift werd veroorzaakt door de Inspector-2000. Acquisitie en analyseren met deze Inspector-2000 was hierdoor niet meer mogelijk.

**De metingen aan de veegmonsters zijn daarom uitgevoerd met een door de firma Canberra beschikbaar gestelde DSA-1000 met serienummer 00000762, een gelijksoortig instrument.**



**Liquid Scintillation Analyzer (LSA)**

Voor het opnemen van het Beta verval wordt gebruik gemaakt van de **TRI-CARB 2900TR** van Packard, serienummer 423001.

#### 4 Voorbereiding en uitvoeren van de meting

De aan geboden veegmonsters Whatman 55 mm zijn door het cluster CBRNe voorzien van Id-barcodestickers. De monsters zijn zo als set, x droog & x nat, met de geveegde kant op de detector geplaatst. Van de zo verkregen 10 setjes is gedurende een bepaalde tijd het spectrum opgenomen. Dit spectrum is mbv het software pakket geanalyseerd. In bijlage A zijn de resultaten, gecorrigeerd voor de background, van deze analyses weergegeven. Onder "INTERFERENCE CORRECTED REPORT WITH PARENT / DAUGHTER CORRECTION" wordt het (eind)resultaat opgegeven als (Bq / 2 di) wat staat voor (Bq / 2 disk veegpapiertjes). Voor de analyses is gebruik gemaakt van de ANSI\_GammaGuru.NLB library. De geometrie is mbv Geometry Composer aangemaakt.

Het aangeboden schraapsel is verdeeld (uitgestrooid) op een plastic folie en met behulp van gammaspectrometrie geanalyseerd. Vooraf is het gewicht bepaald mbv een precisie weegschaal (Sartorius type BP 160 P, serienummer 50604999). In bijlage B zijn de resultaten weergegeven.

De aangeboden veegmonsters Whatman 2 cm geplaatst in een telflesje zijn voorzien van een jaar- volgnummer. Na toevoeging van de telcocktail (LLT) zijn de telflesjes in de LSA geplaatst en volgens een passende procedure (testprotocol #1) bemeten. De resultaten zijn weergegeven in Bijlage C.

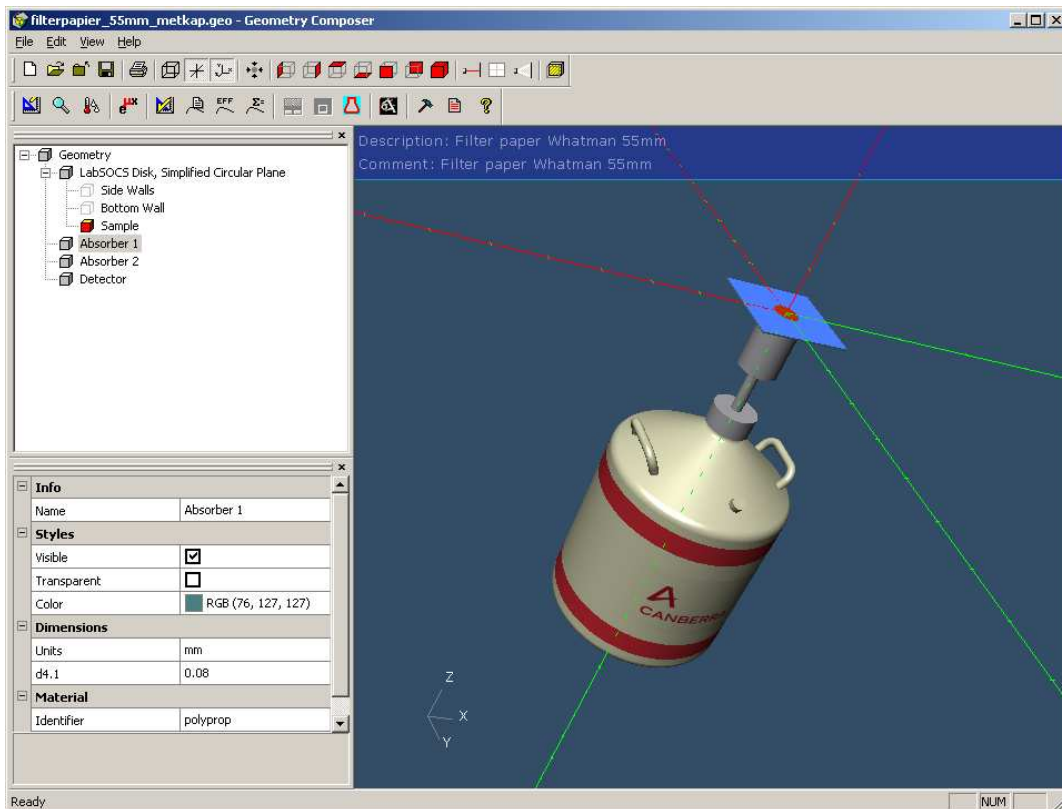
#### 4.1 *Sample Identificatie*

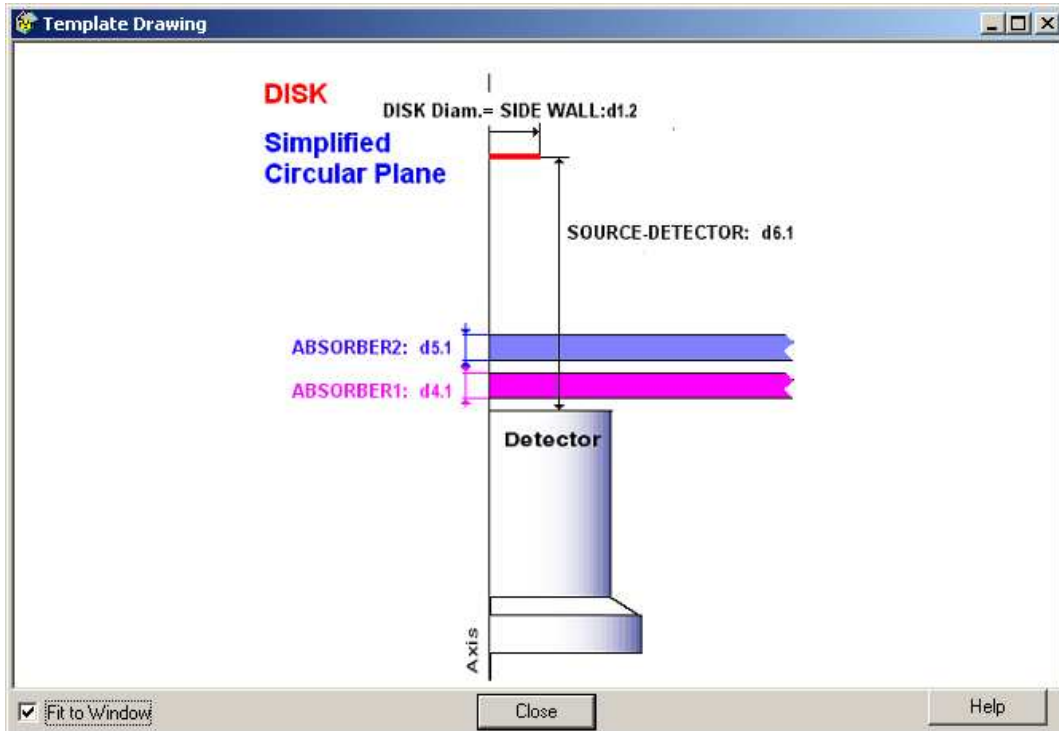
Informatie op monster (SBD) (GammaSpectrometrie)			Barcodesticker (Cluster CBRNe)
Veegpapier			
Whatman 55mm	1 droog	1 nat	2007892
Whatman 55mm	2 droog	2 nat	2007893
Whatman 55mm	3 droog	3 nat	2007894
Whatman 55mm	4 droog	4 nat	2007895
Whatman 55mm	5 droog	5 nat	2007896
Whatman 55mm	6 droog	6 nat	2007897
Whatman 55mm	7 droog	7 nat	2007898
Whatman 55mm	8 droog	8 nat	2007899
Whatman 55mm	9 droog	9 nat	2007900
Whatman 55mm	10 droog	10 nat	2078901
Teflesje met hierin 0,788 gram schraapsel			2007903
Teflesje LSA (Liquid Scintillation Analyzer)			
Veegpapier			
Whatman 2 cm		<b>BKG</b>	2011-024
Whatman 2 cm	1d		2011-025
Whatman 2 cm	1n		2011-026
Whatman 2 cm	2d		2011-027
Whatman 2 cm	2n		2011-028
Whatman 2 cm	3d		2011-029
Whatman 2 cm	3n		2011-030
Whatman 2 cm	4d		2011-031
Whatman 2 cm	4n		2011-032
Whatman 2 cm	5d		2011-033
Whatman 2 cm	5n		2011-034

## 5 Geometry Composer

Indien de geometrie van het te onderzoeken sample afwijkt van de geometrie waarin de gammaspectrometrie-opstelling is gekalibreerd dan wordt softwarematig de gewenste geometrie "getekend". Het cluster CBRNe gebruikt hiervoor de applicatie; Geometry Composer.

Onderstaande schermafdrucken geven een summiere indruk van deze applicatie.





**Edit dimensions - Disk**

Description:

Comment:

Units:  mm  cm  m  in  ft

No.	Description	d.1	d.2	Material	Density
1	Side Walls	0.0001	55	water	0.0001
2	Bottom Wall	0		(none)	0
3	Sample	0.0001		water	0.0001
4	Absorber 1	0.08		polyprop	0.91
5	Absorber 2	3.28		teflon	2.1
6	Source - Detector	3.3601			

Buttons: OK, Cancel, Apply, Help, View Drawing...

**Efficiency Parameters** X

Energy List

Energy interval is 45.0 - 7000.0 keV (defined by DCG)

Energy, keV	Error, %
45.00	15.0
60.00	10.0
80.00	10.0
100.00	10.0
150.00	10.0
154.07	4.0
200.00	8.0
216.15	4.0
252.82	4.0
270.31	4.0
300.00	8.0

Integration Process

Convergence:  %

Use MDRPN defined for detector  
 Show progress bar

## 6 Bijlage A

### 6.1 Sample 1 droog (CBRNe Id 2007892)

Interference Corrected Activity Report      15-3-2011 12:00:08      Page 2

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Sample Title:            J79 Sample 1d  
Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /disk)	Activity Uncertainty
-----------------	------------------	-----------------	--------------	------------------------	-------------------------

\* = Energy line found in the spectrum.  
@ = Energy line not used for Weighted Mean Activity  
Energy Tolerance :    0.750 FWHM  
Nuclide confidence index threshold =    0.30  
Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*        G A M M A   S P E C T R U M   A N A L Y S I S        \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sampl

Report Generated On                    : 15-3-2011 11:59:53

Sample Title                            : J79 Sample 1d  
Sample Description                      : Sample gesealed  
Sample Identification                   : 2007892  
Sample Type                             : 50mm disk  
Sample Geometry                         : disk

Peak Locate Threshold                  : 3.00  
Peak Locate Range (in channels)        : 25 - 8192  
Peak Area Range (in channels)         : 1 - 8192  
Identification Energy Tolerance        : 0.750 FWHM

Sample Size                             : 1.0000E+00 disk

Sample Taken On                        : 24-1-2011 12:00:00  
Acquisition Started                    : 7-2-2011 14:07:25

Live Time                               : 61501.1 seconds  
Real Time                                : 61507.1 seconds

Dead Time                               : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On        : 26-1-2011  
Efficiency Calibration Used Done On     : 15-3-2011  
Efficiency ID                            : FILTER\_PAPER\_WHA



\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /disk)	Wt mean Activity Uncertainty
--------------	-----------------------	-----------------------------	------------------------------

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 11:58:16  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty	Peak Type	Tol. Nuclide
1	510.87	2.11526E-03	54.42		

M = First peak in a multiplet region  
 m = Other peak in a multiplet region  
 F = Fitted singlet

Errors quoted at 1.000 sigma

**6.2 Sample 2 droog + 2 nat (CBRNe Id 2007893)**

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 12:03:27

Sample Title : J79 Sample 2 droog & 2 nat  
Spectrum Description :  
Sample Identification : 2007893  
Sample Type : 50mm disk  
Sample Geometry : disk\_zakje\_kap

Sample description : 2 Samples op elkaar 2 droog & 2 nat  
: Gammaspectrometrie  
:  
:

Peak Locate Threshold : 3.00  
Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 2.0000E+00 2 disk

Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
Acquisition Started : 8-2-2011 15:40:01

Live Time : 56117.2 seconds  
Real Time : 56122.7 seconds

Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 2 droog & 2 nat  
Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
-----------------	------------------	-----------------	--------------	------------------------	---------------------------

\* = Energy line found in the spectrum.  
@ = Energy line not used for Weighted Mean Activity  
Energy Tolerance : 0.750 FWHM  
Nuclide confidence index threshold = 0.30  
Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
--------------	-----------------------	-----------------------------	--------------------------------

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 12:02:01  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
1	510.64	2.28960E-03	51.13

M = First peak in a multiplet region  
 m = Other peak in a multiplet region  
 F = Fitted singlet

Errors quoted at 1.000 sigma

**6.3 Sample 3 droog + 3 nat (CBRNe Id 2007894)**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 12:06:23

Sample Title : J79 Sample 3 droog & 3 nat  
 Spectrum Description :  
 Sample Identification : 2007894  
 Sample Type : 50mm disk  
 Sample Geometry : disk\_zakje\_kap

Sample description : 2 Samples op elkaar 3 droog & 3 nat  
 : Gammaspectrometrie  
 :  
 :

Peak Locate Threshold : 3.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
 Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 2.0000E+00 2 disk

Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
 Acquisition Started : 9-2-2011 15:15:05

Live Time : 57335.1 seconds  
 Real Time : 57340.6 seconds

Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
 Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
 Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 15-3-2011 12:06:42 Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 3 droog & 3 nat  
 Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
Th+dau	0.999	77.11	16.80		
		87.30	6.05		
		238.63*	41.40	3.417809E-02	32.61
		338.32	11.70		
		583.19*	29.70	2.426195E-02	60.86
		727.18	11.30		
		911.07	28.20		
		966.60	27.10		
		2614.50	34.51		

\* = Energy line found in the spectrum.  
 @ = Energy line not used for Weighted Mean Activity

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
Th+dau	0.999	3.0579480E-02	29.09

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 12:05:06  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
2	510.70	2.32439E-03	50.54
4	1292.74	2.47721E-04	52.32

M = First peak in a multiplet region  
 m = Other peak in a multiplet region  
 F = Fitted singlet

Errors quoted at 1.000 sigma

**6.4 Sample 4 droog + 4 nat (CBRNe Id 2007895)**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 12:14:50

Sample Title : J79 Sample 4 droog & 4 nat  
 Spectrum Description :  
 Sample Identification : 2007895  
 Sample Type : 50mm disk  
 Sample Geometry : disk\_zakje\_kap

Sample description : 2 samples op elkaar 4 droog & 4 nat  
 : Gammaspectrometrie  
 :  
 :

Peak Locate Threshold : 3.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
 Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 2.0000E+00 2 disk

Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
 Acquisition Started : 10-2-2011 11:28:46

Live Time : 70703.4 seconds  
 Real Time : 70710.3 seconds

Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
 Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
 Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 15-3-2011 12:15:17 Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 4 droog & 4 nat  
 Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
Ra+dau	0.325	74.81	6.06		
		77.11	10.24		
		87.20	3.54		
		185.99	3.14		
		241.92	7.15		
		295.22*	18.40	4.489707E-02	38.52
		351.99	35.50		
		609.31	44.10		
		768.36	4.67		
		934.05	3.03		
		1120.29	14.40		
		1238.11	5.66		

		1377.65	3.85		
		1407.98	2.37		
		1729.60	2.92		
		1764.49	15.20		
Th+dau	0.545	77.11	16.80		
		87.30	6.05		
		238.63*	41.40	5.445525E-02	33.94
		338.32	11.70		
		583.19	29.70		
		727.18	11.30		
		911.07	28.20		
		966.60	27.10		
		2614.50	34.51		

\* = Energy line found in the spectrum.

@ = Energy line not used for Weighted Mean Activity

Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Nuclide confidence index threshold = 0.30

Errors quoted at 1.000 sigma



\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
Ra+dau	0.325	4.4897073E-02	38.52
Th+dau	0.545	5.4455247E-02	33.94

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 12:13:59  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
1	10.14	3.18014E-03	57.94
2	46.35	1.36738E-03	53.82

M = First peak in a multiplet region  
 m = Other peak in a multiplet region  
 F = Fitted singlet

Errors quoted at 1.000 sigma

**6.5 Sample 5 droog + 5 nat (CBRNe Id 2007896)**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 14:01:10  
 Sample Title : J79 Sample 5 droog & 5 nat  
 Spectrum Description :  
 Sample Identification : 2007896  
 Sample Type : 55mm disk  
 Sample Geometry : disk\_zakje\_kap  
 Sample description : 2 Samples op elkaar 5 droog & 5 nat  
 : Gammaspectrometrie  
 :  
 :

Peak Locate Threshold : 3.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
 Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 2.0000E+00 2 disk

Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
 Acquisition Started : 18-2-2011 7:13:03

Live Time : 28694.3 seconds  
 Real Time : 28697.0 seconds

Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
 Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
 Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 15-3-2011 14:01:22 Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 5 droog & 5 nat  
 Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
Th+dau	0.749	77.11	16.80		
		87.30	6.05		
		238.63*	41.40	6.220998E-02	28.58
		338.32	11.70		
		583.19	29.70		
		727.18	11.30		
		911.07	28.20		
		966.60	27.10		
		2614.50	34.51		

\* = Energy line found in the spectrum.  
 @ = Energy line not used for Weighted Mean Activity

Energy Tolerance : 0.750 FWHM  
 Nuclide confidence index threshold = 0.30  
 Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
Th+dau	0.749	6.2209975E-02	28.58

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 14:00:21  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
----------	--------------	--------------------------------	------------------------

All peaks were identified.

**6.6 Sample 6 droog + 6 nat (CBRNe Id 2007897)**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 14:15:38

Sample Title : J79 Sample 6 droog & 6 nat  
 Spectrum Description :  
 Sample Identification : 2007897  
 Sample Type : 50mm disk  
 Sample Geometry : disk\_zakje\_kap

Sample description : 2 samples op elkaar 6 droog & 6 nat  
 : Gammaspectrometrie  
 :  
 :

Peak Locate Threshold : 3.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
 Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 2.0000E+00 2 disk

Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
 Acquisition Started : 11-2-2011 16:27:07

Live Time : 225688.0 seconds  
 Real Time : 225710.6 seconds

Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
 Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
 Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 15-3-2011 14:15:48 Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 6 droog & 6 nat  
 Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
Th+dau	1.000	77.11	16.80		
		87.30	6.05		
		238.63*	41.40	1.339377E-02	34.22
		338.32	11.70		
		583.19	29.70		
		727.18	11.30		
		911.07	28.20		
		966.60	27.10		
		2614.50	34.51		

\* = Energy line found in the spectrum.  
 @ = Energy line not used for Weighted Mean Activity

Energy Tolerance : 0.750 FWHM  
 Nuclide confidence index threshold = 0.30  
 Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
Th+dau	1.000	1.3393772E-02	34.22

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 14:14:57  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
1	10.16	2.79051E-03	58.20
2	15.06	2.75425E-03	21.68
3	198.48	1.40425E-03	39.91
5	278.15	1.35875E-03	33.22
6	295.23	1.27972E-03	26.89
7	510.67	2.41372E-03	38.53
8	961.95	4.01025E-04	31.32
9	1157.63	1.34222E-04	50.24

M = First peak in a multiplet region  
 m = Other peak in a multiplet region  
 F = Fitted singlet

Errors quoted at 1.000 sigma

**6.7 Sample 7 droog + 7 nat (CBRNe Id 2007898)**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 14:20:34

Sample Title : J79 Sample 7 droog & 7 nat  
 Spectrum Description :  
 Sample Identification : 2007898  
 Sample Type : 50 mm disk  
 Sample Geometry : disk\_zakje\_kap

Sample description : 2 samples op elkaar 7 droog & 7 nat  
 : Gammaspectrometrie  
 :  
 :

Peak Locate Threshold : 3.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
 Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 2.0000E+00 2 disk

Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
 Acquisition Started : 14-2-2011 16:31:33

Live Time : 52384.0 seconds  
 Real Time : 52389.4 seconds

Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
 Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
 Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 15-3-2011 14:20:45 Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 7 droog & 7 nat  
 Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (KeV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
Th+dau	0.999	77.11	16.80		
		87.30	6.05		
		238.63*	41.40	2.843936E-02	37.56
		338.32	11.70		
		583.19*	29.70	3.703967E-02	32.25
		727.18	11.30		
		911.07	28.20		
		966.60	27.10		
		2614.50	34.51		

\* = Energy line found in the spectrum.

@ = Energy line not used for Weighted Mean Activity

Energy Tolerance : 0.750 FWHM  
 Nuclide confidence index threshold = 0.30  
 Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
Th+dau	0.999	3.2261673E-02	24.68

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 14:19:56  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
1	10.09	3.66729E-03	53.70
2	15.04	3.88682E-03	37.20

M = First peak in a multiplet region  
 m = Other peak in a multiplet region  
 F = Fitted singlet

Errors quoted at 1.000 sigma

**6.8 Sample 8 droog + 8 nat (CBRNe Id 2007899)**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 14:24:34  
 Sample Title : J79 Sample 8 droog & 8 nat  
 Spectrum Description :  
 Sample Identification : 2007899  
 Sample Type : 50 mm disk  
 Sample Geometry : disk\_zakje\_kap  
 Sample description : 2 samples op elkaar 8 droog & 8 nat  
 : Gammaspectrometrie  
 :  
 :

Peak Locate Threshold : 3.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
 Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM  
 Sample Size : 2.0000E+00 2 disk  
 Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
 Acquisition Started : 15-2-2011 7:11:08  
 Live Time : 32659.7 seconds  
 Real Time : 32663.0 seconds  
 Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
 Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
 Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 15-3-2011 14:24:46 Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 8 droog & 8 nat  
 Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
Th+dau	0.999	77.11	16.80		
		87.30	6.05		
		238.63*	41.40	2.496479E-02	60.36
		338.32	11.70		
		583.19*	29.70	4.255649E-02	51.46
		727.18	11.30		
		911.07	28.20		
		966.60	27.10		
		2614.50	34.51		

\* = Energy line found in the spectrum.  
 @ = Energy line not used for Weighted Mean Activity



Energy Tolerance : 0.750 FWHM  
 Nuclide confidence index threshold = 0.30  
 Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* I N T E R F E R E N C E C O R R E C T E D R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* W i t h P A R E N T / D A U G H T E R C O R R E C T I O N \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
Th+dau	0.999	3.0616758E-02	40.54

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* U N I D E N T I F I E D P E A K S \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 14:23:55  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
----------	--------------	--------------------------------	------------------------

All peaks were identified.

**6.9 Sample 9 droog + 9 nat (CBRNe Id 2007900)**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 12:26:10

Sample Title : J79 Sample 9 droog & 9 nat  
 Spectrum Description :  
 Sample Identification : 2007900  
 Sample Type : 50 mm disk  
 Sample Geometry : disk\_zakje\_kap

Sample description : 2 samples op elkaar 9 droog & 9 nat  
 : Gammaspectrometrie  
 :  
 :

Peak Locate Threshold : 3.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
 Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 2.0000E+00 2 disk

Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
 Acquisition Started : 15-2-2011 16:18:00

Live Time : 74361.9 seconds  
 Real Time : 74369.6 seconds

Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
 Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
 Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 15-3-2011 12:26:43 Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 9 droog & 9 nat  
 Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
Ra+dau	0.673	74.81*	6.06	4.498577E-02	43.35
		77.11*	10.24	3.541610E-02	38.38
		87.20	3.54		
		185.99	3.14		
		241.92*	7.15	1.337441E-01	14.80
		295.22*	18.40	1.004667E-01	20.34
		351.99*	35.50	4.319855E-02	45.26
		609.31	44.10		
		768.36	4.67		
		934.05	3.03		
		1120.29*	14.40	6.799124E-02	21.43
		1238.11	5.66		

		1377.65	3.85		
		1407.98	2.37		
		1729.60	2.92		
		1764.49	15.20		
Th+dau	0.998	77.11*	16.80	2.158331E-02	38.42
		87.30	6.05		
		238.63*	41.40	6.302493E-02	7.57
		338.32	11.70		
		583.19*	29.70	7.393833E-02	25.03
		727.18	11.30		
		911.07*	28.20	7.493890E-02	21.30
		966.60	27.10		
		2614.50	34.51		

\* = Energy line found in the spectrum.

@ = Energy line not used for Weighted Mean Activity

Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Nuclide confidence index threshold = 0.30

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
Ra+dau	0.673	4.3774769E-02	16.51
Th+dau	0.998	4.9138109E-02	8.18

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 12:25:23  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
1	12.97	5.24124E-03	24.86
8	510.75	1.92855E-03	56.95
m 12	1127.25	2.45669E-04	32.73

M = First peak in a multiplet region  
 m = Other peak in a multiplet region  
 F = Fitted singlet

Errors quoted at 1.000 sigma

**6.10 Sample 10 droog + 10 nat (CBRNe Id 2007901)**

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* G A M M A S P E C T R U M A N A L Y S I S \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Sample

Report Generated On : 15-3-2011 12:28:31

Sample Title : J79 Sample 10 droog & 10 nat  
 Spectrum Description :  
 Sample Identification : 2007901  
 Sample Type : 50mm disk  
 Sample Geometry : disk\_zakje\_kap

Sample description : 2 Samples op elkaar 10 droog & 10 nat  
 : Gammaspectrometrie  
 :  
 :

Peak Locate Threshold : 3.00  
 Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
 Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
 Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 2.0000E+00 2 disk

Sample Taken On : 24-1-2011 12:00:00  
 Acquisition Started : 17-2-2011 10:03:58

Live Time : 75944.2 seconds  
 Real Time : 75951.8 seconds

Dead Time : 0.01 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
 Efficiency Calibration Used Done On : 15-3-2011  
 Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 15-3-2011 12:28:46 Page 1

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Sample Title: J79 Sample 10 droog & 10 nat  
 Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /2 di)	Activity Uncertainty %
Ra+dau	0.506	74.81	6.06		
		77.11	10.24		
		87.20	3.54		
		185.99	3.14		
		241.92	7.15		
		295.22*	18.40	9.359678E-02	25.91
		351.99*	35.50	3.524851E-02	55.58
		609.31	44.10		
		768.36	4.67		
		934.05	3.03		
		1120.29	14.40		
		1238.11	5.66		

		1377.65	3.85		
		1407.98	2.37		
		1729.60	2.92		
		1764.49	15.20		
Th+dau	0.749	77.11	16.80		
		87.30	6.05		
		238.63*	41.40	4.420335E-02	16.30
		338.32	11.70		
		583.19*	29.70	2.868596E-02	44.65
		727.18	11.30		
		911.07	28.20		
		966.60	27.10		
		2614.50	34.51		

\* = Energy line found in the spectrum.

@ = Energy line not used for Weighted Mean Activity

Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Nuclide confidence index threshold = 0.30

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /2 di)	Wt mean Activity Uncertainty %
Ra+dau	0.506	5.8292093E-02	26.14
Th+dau	0.749	4.0473218E-02	15.52

? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

\*\*\*\*\* UNIDENTIFIED PEAKS \*\*\*\*\*

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 12:27:40  
 Peak Locate From Channel: 25  
 Peak Locate To Channel: 8192

Peak No.	Energy (keV)	Peak Size in Counts per Second	Peak CPS % Uncertainty
1	10.18	4.56111E-03	41.45
6	1913.46	2.01124E-04	48.25

M = First peak in a multiplet region  
 m = Other peak in a multiplet region  
 F = Fitted singlet

Errors quoted at 1.000 sigma

## 7 Bijlage B

### 7.1 Schraapsel J79

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* GAMMA SPECTRUM ANALYSIS \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Filename: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\J79 Acquisition\_Analysis\Schraap

Report Generated On : 16-3-2011 8:26:01

Sample Title : Schraapsel uitgestrooid op plastic  
Spectrum Description :  
Sample Identification : 2007903  
Sample Type : schraapsel  
Sample Geometry : disk

Sample description : J79 2x blank tbv BKG  
: Gammaspectrometrie  
:  
:

Peak Locate Threshold : 3.00  
Peak Locate Range (in channels) : 25 - 8192  
Peak Area Range (in channels) : 1 - 8192  
Identification Energy Tolerance : 0.750 FWHM

Sample Size : 7.8800E-01 gram

Sample Taken On : 15-3-2011 12:00:00  
Acquisition Started : 15-3-2011 11:00:04

Live Time : 72856.7 seconds  
Real Time : 72874.0 seconds

Dead Time : 0.02 %

Energy Calibration Used Done On : 26-1-2011  
Efficiency Calibration Used Done On : 16-3-2011  
Efficiency ID : FILTER\_PAPER\_WHA

Interference Corrected Activity Report 16-3-2011 8:26:11 Page 1

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\* N U C L I D E I D E N T I F I C A T I O N R E P O R T \*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

Sample Title: Schraapsel uitgestrooid op plastic  
Nuclide Library Used: X:\LCW\RadLab\GENIE2K\CAMFILES\Library\A

..... IDENTIFIED NUCLIDES .....

Nuclide Name	Id Confidence	Energy (keV)	Yield (%)	Activity (Bq /gram)	Activity Uncertainty %
Ra+dau	0.709	74.81*	6.06	2.969511E+01	10.02
		77.11*	10.24	2.750336E+01	10.01
		87.20*	3.54	2.936020E+01	10.04
		185.99*	3.14	1.597857E+00	31.52
		241.92	7.15		
		295.22*	18.40	2.731611E-01	30.32
		351.99*	35.50	2.600755E-01	11.37
		609.31*	44.10	2.845747E-01	19.71
		768.36	4.67		
		934.05	3.03		
		1120.29	14.40		
		1238.11	5.66		



		1377.65	3.85		
		1407.98	2.37		
		1729.60	2.92		
		1764.49*	15.20	5.290103E-01	25.80
Th+dau	0.852	77.11*	16.80	1.676156E+01	10.17
		87.30*	6.05	1.718178E+01	11.20
		238.63*	41.40	1.823678E+01	4.09
		338.32*	11.70	2.101609E+01	4.84
		583.19*	29.70	1.396497E+01	4.55
		727.18*	11.30	1.013137E+01	6.73
		911.07*	28.20	1.849195E+01	4.79
		966.60	27.10		
		2614.50*	34.51	1.062991E+01	4.45
Ga-67	0.590	93.10*	41.37	2.008338E+00	10.06
		184.58	21.20		
		300.22*	16.80	2.495703E+00	9.65
Pd-103	0.753	39.75*	0.07	3.118549E+02	16.28
		62.41	0.00		
		294.98*	0.00	1.823020E+03	30.32
		357.45	0.02		
		497.08	0.00		
Ba-133	1.000	81.00*	23.82	9.470861E-02	20.04
		276.40	7.16		
		302.85	18.33		
		356.01	62.05		
		383.85	8.94		
Ba-133u	1.000	81.00*	36.72	6.143679E-02	20.01
		276.29	7.16		
		302.71	18.33		
		356.01	62.05		

\*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* INTERFERENCE CORRECTED REPORT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* With PARENT / DAUGHTER CORRECTION \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

Nuclide Name	Nuclide Id Confidence	Wt mean Activity (Bq /gram)	Wt mean Activity Uncertainty %
Ra+dau	0.709	2.7322971E-01	8.98
Th+dau	0.852	1.4136863E+01	1.81
Ga-67	0.590	2.2095730E+00	7.01
Pd-103	0.753	3.0924131E+02	16.35
? Ba-133	1.000	9.4708608E-02	20.04
? Ba-133u	1.000	6.1436786E-02	20.01
U-235	0.975	7.2683157E-02	38.02

! = nuclide was corrected for parent/daughter  
 ? = nuclide is part of an undetermined solution  
 X = nuclide rejected by the interference analysis  
 @ = nuclide contains energy lines not used in Weighted Mean Activity

Errors quoted at 1.000 sigma

## 8 Bijlage C

### 8.1 Samples tbv Liquid Scintillation Analyzes

Beschrijving testprotocol #1.

Drie kanalen zijn gedefinieerd te weten:

- Kanaal (regio) A 0 – 20 keV
- Kanaal (regio) B 20 – 200 keV
- Kanaal (regio) C 200 – 2000 keV

Count Time is ingesteld op 300 minuten

Het LSA rendement is voor Th232 niet bekend. Voor de aanwezige hoogenergetische alpha-emitters zal het rendement 100% bedragen.

Verder speelt de Quenching een rol, de tSIE van deze meetserie lag gemiddeld rond de 600.

Voor de berekening is uitgegaan van een rendement  $\eta$

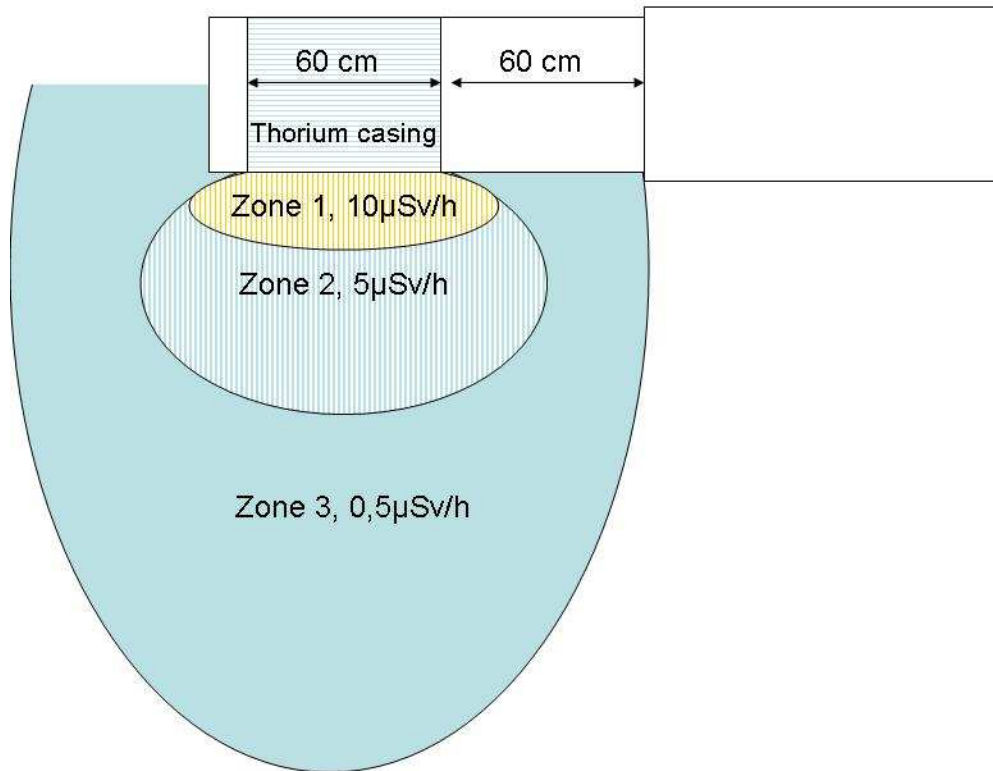
Standaard is het eerste telflesje een achtergrond, welke wordt afgetrokken van alle monsters.

De in de tabel weergegeven waarde(n) zijn dus al gecorrigeerd voor de BackGround.

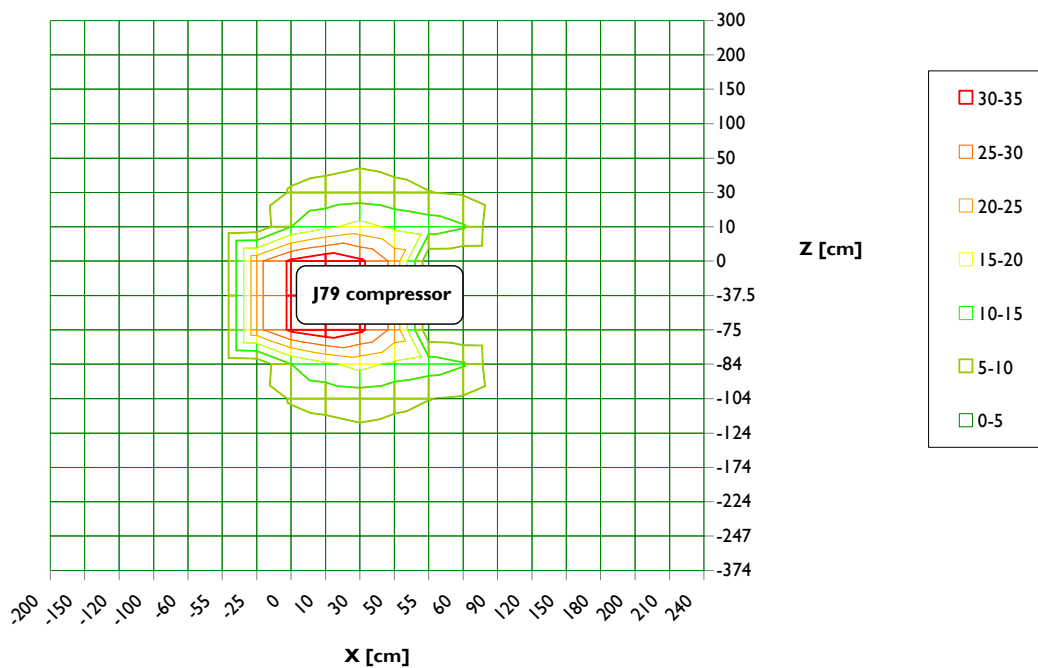
Sample # Id (CBRNe)		CPMA 0 – 20 keV	CPMB 20 – 200 keV	CPMC 200 – 2000 keV	Bq/sample* Bij 50 % $\eta$
2011-024	BKG	7	8	7	
2011-025	1 droog	5	5	1	0,37
2011-026	1 nat	0	1	0	0,03
2011-027	2 droog	0	2	2	0,13
2011-028	2 nat	2	8	6	0,53
2011-029	3 droog	0	2	0	0,07
2011-030	3 nat	1	5	1	0,23
2011-031	4 droog	1	1	0	0,07
2011-032	4 nat	3	4	0	0,23
2011-033	5 droog	0	1	0	0,03
2011-034	5 nat	1	5	1	0,23

\* Bij deze berekening is uitgegaan van de som van de drie kanalen (de BKG-subtract is hierin al verwerkt) en een rendement van 50%.

### Bijlage 3 Zonerings



Contourplot compressor J79



Bijlage 4 Resultaten actieve dosistempometingen rondom J79 motor

**Tabel 14 Resultaten actieve dosistempometingen.**

<b>Z [cm]</b> <b>X [cm]</b>	<b>-37</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>300</b>
<b>-200</b>	0.190	0.167	0.160	0.160	0.160	0.157	0.141	0.100	0.100	0.100
<b>-150</b>	0.250	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.179	0.170	0.120	0.103
<b>-120</b>	0.400	0.330	0.300	0.300	0.300	0.300	0.275	0.230	0.132	0.100
<b>-100</b>	0.640	0.506	0.500	0.400	0.451	0.455	0.350	0.285	0.142	0.105
<b>-60</b>	0.870	0.850	0.850	0.800	0.800	0.800	0.490	0.390	0.195	0.106
<b>-55</b>	0.887	0.907	0.900	0.819	0.838	0.942	0.540	0.400	0.200	0.110
<b>-25</b>	motor	motor	23.600	1.323	1.937	1.630	0.750	0.470	0.237	0.120
<b>0</b>	motor	motor	31.000	9.967	5.410	3.092	1.100	0.520	0.301	0.131
<b>10</b>	motor	motor	34.166	14.000	6.400	3.500	1.220	0.540	0.290	0.125
<b>30</b>	motor	motor	31.087	16.527	7.031	4.133	1.285	0.555	0.274	0.120
<b>50</b>	motor	motor	23.624	14.000	6.100	3.600	1.210	0.540	0.290	0.116
<b>55</b>	motor	motor	0.900	12.500	5.100	3.100	1.120	0.530	0.280	0.114
<b>60</b>	motor	motor	0.650	10.452	4.446	2.854	1.048	0.520	0.311	0.109
<b>90</b>	motor	motor	0.500	0.869	1.896	1.470	0.757	0.456	0.260	0.110
<b>120</b>	motor	motor	0.300	0.298	0.607	0.787	0.543	0.350	0.236	0.103
<b>150</b>	motor	motor	0.200	0.134	0.328	0.353	0.390	0.280	0.190	0.100
<b>180</b>	motor	motor	0.136	0.100	0.210	0.268	0.280	0.200	0.142	0.100
<b>200</b>	motor	motor	0.050	0.072	0.170	0.210	0.230	0.170	0.125	0.100
<b>210</b>	motor	motor	0.050	0.050	0.135	0.157	0.177	0.151	0.115	0.103
<b>240</b>	motor	motor	0.050	0.050	0.130	0.122	0.139	0.100	0.100	0.100

Toelichting bij Tabel 14: In het rood weergegeven staan de geïnterpoleerde waarden.

Bijlage 5 Meetresultaten passieve dosimeters (NRG)

**NRG Radiation & Environment - Individual Monitoring Dosisrapport**

Postbus 9034, 6800 ES Arnhem

Tel: (026) 356 85 00 Fax: (026) 356 85 39 E-mail: mutatie@nrg.eu



Abonneer.	Categorie	Periodiciteit	Soort	Jaar/Periode	Datum	Pagina	Aantallen dosimeters
X9318	12	4w	X,γ,β	2011/03	18/04/11	1	10 Terugontvangen van deze periode 0 Idem van overige periodes 0 Verzonden voor nieuwe periode 0 Dosimeter voor nieuwe of andere drager 0 Niet terugontvangen van deze periode 0 Idem van 1 periode geleden 0 Idem van 2 periodes geleden (zie ***)
MINISTERIE VAN DEFENSIE t.a.v. T P KUIPERS NOODWG 37 1213 PW HILVERSUM							Belekenis afkortingen 'c' = kleiner dan 0,01 mSv [..] = jaar/periode, indien afwijkend DNO [..] = dosimeter nog niet ontvangen NAG [..] = nagekomen rapportage TVO [..] = dosimeter te vroeg ontvangen BES [..] = dosimeter beschadigd BSM [..] = dosimeter besmet NEV [..] = dosimeter niet evalueerbaar GEC [..] = gecorrigeerde dosis

ISC-nummer		Abonne- mentnr.	Naam	Man/ vrouw	Soort werk	Bijzonderheden	Dosis in millisievert (mSv)						
Geb datum	Volg- nr.						Oppervlakte dosis	Diepte dosis	Jaardosis		Cumulatieve dosis		
									Abonnee	Totaal	dosis	sedert	
999318	0012	B0001	RESERVE	M	99		9,14	6,72	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0002	RESERVE	M	99		32,14	7,65	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0003	RESERVE	M	99		7,18	2,24	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0004	RESERVE	M	99		5,93	2,24	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0005	RESERVE	M	99		0,43	0,41	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0006	RESERVE	M	99		0,44	0,41	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0007	RESERVE	M	99		0,28	0,26	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0008	RESERVE	M	99		0,25	0,23	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0009	RESERVE	M	99		0,01	0,01	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													
999318	0012	B0010	RESERVE	M	99		<	<	20,17	8/10	20,17	20,17	2011/10
** Dieptedosis 2011 > 20 mSv **													

