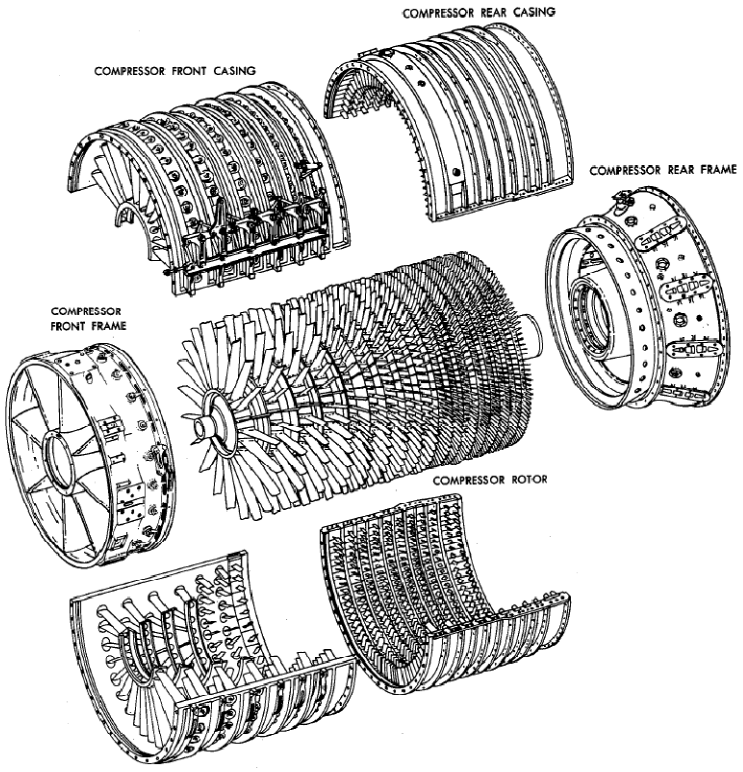
Commando DienstenCentra
Ministerie van Defensie

Dosisschattingen J79 motoren

(ex-)Defensiepersoneel

Versie 1.0

Datum 4 juli 2011
Status DEFINITIEF



Colofon

Bedrijfsgroep Gezondheidszorg
CEMG\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)	Bureau SBD en Cluster Straling
Projectnummer	11-0002

Inhoud

1 Distributielijst 4

2 Voorwoord 5

3 Samenvatting en conclusie 6

4 Inleiding 7

5 Meetmethoden 8
5.1 Inwendige dosimetrie 8
5.1.1 Veegproeven 8
5.1.2 Inhalatie 8
5.1.3 Dosisberekening geëmaneerde isotopen 9
5.1.4 Ingestie 11
5.2 Uitwendige dosimetrie 12
5.2.1 Actieve dosimetrie 12
5.2.2 Passieve dosimetrie 12

6 Resultaten 13
6.1 Inwendige dosimetrie 13
6.1.1 Inhalatie 13
6.1.2 Dosisberekening geëmaneerde isotopen 14
6.1.3 Ingestie 14
6.2 Uitwendige dosimetrie 15
6.2.1 Actieve dosimetrie 15
6.2.2 Passieve dosimetrie 17
6.3 Jaardosis 18

7 Conclusie 19

8 Discussie 20

9 Referentielijst 21

10 Bijlagen 22

2 Voorwoord

Dit rapport bevat de beschrijving van de verschillende metingen aan de J79 straalmotoren en dosisschattingen voor (ex-)Defensiepersoneel. 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 op de volgende pagina een samenvatting opgenomen.

3 Samenvatting en conclusie

Werkzaamheden aan de J79 straalmotoren bij werkplaatsen van de Koninklijke Luchtmacht hebben geleid tot blootstelling bij monteurs aan ioniserende straling door de radioactieve thoriumhoudende casing. Het Bureau Stralingsbeschermingsdienst (SBD) heeft stralingsmetingen uitgevoerd. Ook zijn er interviews met vliegtuigmonteurs en onderhoudspersoneel van Defensie gehouden die gewerkt hebben aan de J79 motoren. De resultaten in dit rapport bestaan uit vaststellingen van de inwendige en externe stralingsblootstelling van het betrokken (ex-)Defensiepersoneel.
Om de effectieve volgdosis[1] als gevolg van ingestie en inhalatie van radioactieve deeltjes te bepalen, zijn aan de casing besmettingsmetingen gedaan door middel van veegproeven, is er literatuuronderzoek gedaan naar de mate van vrijkomen van radioactieve stofdeeltjes bij verspanende onderhoudswerkzaamheden en is er een rekenkundige bepaling verricht van de hoeveelheid gasvormig radon en thoron afkomstig van de casing.
De resultaten van de besmettingsmetingen vallen binnen de wettelijke limieten.
De effectieve volgdosis, als gevolg van inhalatie van aërosolen ontstaan bij laswerkzaamheden met puntafzuiging, is verwaarloosbaar (zonder puntafzuiging 3,5 mSv[2] per jaar). De effectieve volgdosis als gevolg van slijpwerkzaamheden is 24 µSv per jaar. De effectieve volgdosis als gevolg van inhalatie van radon en thoron is 55 µSv per jaar.

Echter, de equivalente huid- en ooglensdoses tengevolge van externe blootstelling zijn resp. maximaal 72 en 21 mSv per jaar en overschrijden daarmee de wettelijke limieten geldend voor de bevolking gedurende de onderhoudsperiode vanaf 1966.
De totale effectieve jaardosis is bepaald door de som te nemen van de effectieve jaardosis als gevolg van externe blootstelling (17,5 mSv) én de som van de effectieve volgdoses als gevolg van inhalatie en ingestie van radioactieve aërosolen. De totale effectieve jaardosis is 17,5 mSv en overschrijdt daarmee de wettelijke dosislimieten geldend voor de bevolking gedurende de gehele onderhoudsperiode van de F-104 (1962 t/m 1983).
Het extra risico[3] op stralingsgeïnduceerde kanker voor de personen die werkzaam geweest zijn in de compressorruimte is geschat als het product van de totale effectieve dosis ontvangen tijdens de gewerkte jaren én het risicogetal $5 \cdot 10^{-2} Sv^{-1}$ (ICRP Publication 103 2007).
De uitgevoerde dosisberekeningen berusten op *worst case* aannames.

[1] Bij berekening van de effectieve dosis bij inwendige besmetting is het gebruikelijk om na te gaan welke totaal geaccumuleerde dosis te verwachten is over de gehele tijdsduur die de radioactieve stof in het lichaam aanwezig is. (Bos, et al. 2000)

[2] 1 mSv is gelijk aan 1000 µSv, eenheid van de effectieve dosis

[3] Stel dat een groep van 100 monteurs van de groep Compressie 10 jaren gewerkt hebben aan de casing. Het extra risico op een stralingsgeïnduceerde kanker is dan $10\,jaar * 17{,}5 \cdot 10^{-3} \frac{Sv}{jaar} * 5 \cdot 10^{-2} Sv^{-1} = 0{,}875 \cdot 10^{-2}$ ofwel 0,875% ofwel, afgerond, 1 extra geval van kanker in deze groep van 100. De 'natuurlijke' kans op sterven aan kanker is 30-35 op een groep van 100.

4 Inleiding

Op 18 november 2010 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 een aantal acties ondernomen welke zijn beschreven in de brief aan de Tweede Kamer van 26 november 2010 (32500-X-44). Eén van de maatregelen betrof een eerste, korte inventarisatie van de mogelijke stralingsrisico's door de SBD. De bevindingen van de SBD zijn samengevat in isodosistempozones rondom de casing.
Tijdens de periode dat de F-104 Starfighter in gebruik was bij de Koninklijke Luchtmacht (1962 - 1983), zijn reparaties en onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd aan de J79 straalmotor, zo ook aan de radioactieve, thoriumhoudende casing.
Het voor u liggende rapport bevat een uitgebreide verslaglegging van de metingen, berekeningen en onderzoeken die zijn verricht aan de J-79 straalmotoren. De mogelijke risico's op schade voor de gezondheid voor (ex-)Defensiemedewerkers die onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd hebben aan het omhulsel (casing) van de compressor van de straalmotoren, zijn gebaseerd op de aanwezigheid van radioactief thorium (^{232}Th en ^{230}Th) in de betreffende casing. Dit rapport gaat niet in op de risico's van het ook in de motoren aangetroffen asbest.
De onderhoudswerkzaamheden zijn uitgevoerd in de Straalmotoren Werkplaats (S.M.W.) op de vliegbasis Woerden en in de motorshops van de vliegbases Volkel, Leeuwarden en Twente.
De onderhoudswerkzaamheden bestonden uit het opsporen van de scheuren, het openfrezen van de scheuren, het boren van gaten aan de eindpunten van de scheuren, het lassen van de uitgefreesde scheuren, overige schurende werkzaamheden en inspecties, montage- en demontagewerkzaamheden aan de casing. Bij de Straalmotoren Werkplaats (S.M.W.) was vooral burgerpersoneel werkzaam.

Naar aanleiding van een publicatie in een vakblad (1963) is vanuit Defensie in 1963 een verzoek gegaan richting de Arbeidsinspectie om te bekijken of de maatregelen voorgesteld in het artikel inderdaad noodzakelijk zijn en door de overheid geëist moet worden. De Arbeidsinspectie (Deelman 1964) heeft in 1964 metingen verricht aan de J79-casings op de vliegbasis Woensdrecht op aangeven van de toen dienstdoende commandant en arts.

Het verdampte thorium bij laswerkzaamheden vergt extra werknemerbeschermende maatregelen en de Arbeidsinspectie onderschrijft dan ook de voorstellen gedaan in het vakbladartikel *Jet Service News* (Magnesium - thorium en radioactiviteit 1963). De Arbeidsinspectie doet dan ook zes noodzakelijke suggesties, te weten: zuig lasdampen af, verbied handelingen waarbij risico op ingestie bestaat, reinig de werkruimte wekelijks, verbied handelingen waarbij deeltjes weggeblazen worden, draag een stofmasker wanneer noodzakelijk en houd handen, lichaam en kleding rein.

Ter vaststelling van verblijftijden in de buurt van de casing en eventuele verspanende werkzaamheden aan de casing, zijn interviews afgenomen van enkele (ex-)Defensiemedewerkers die onderhoudswerkzaamheden uitgevoerd hebben aan de J79.

5 Meetmethoden

5.1 Inwendige dosimetrie

5.1.1 Veegproeven

Om een indicatie te krijgen van de inwendige stralingsdosis als gevolg van het innemen van radioactieve partikels, zijn veegproeven van de onbehandelde casing genomen. De veegproeven zijn uitgevoerd met ronde Wattman filterpapiertjes (Ø 55 mm), zowel droog als nat. Het veegrendement van een gemiddelde, natte veegproef is geschat op 10%[4]. 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^2. De twee series, nat en droog, van elk tien veegproeven zijn uitgevoerd met Wattman filterpapiertjes en een kleine hoeveelheid water.
De veegproeven zijn zo genomen dat er voor de blootstelling tijdens de werksituatie representatieve oppervlakken geveegd zijn. Dit houdt in dat er een oppervlak geveegd is waar direct fysisch contact mee is geweest of kan zijn geweest. 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 kleinere onzekerheid 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 gammaspectrometrierapporten per droog en nat monster zijn bijgevoegd (zie Bijlage 1). Ook zijn er soortgelijke veegproeven genomen en gemeten met behulp van een Liquid Scintillation Counter (LSC[5]).

5.1.2 Inhalatie

Bij verspanende werkzaamheden aan de casing ontstaan deeltjes met een voor de handeling karakteristieke deeltjesgrootteverdeling. Een gedeelte van deze deeltjes (aërosolen) hebben afmetingen die inhaleerbaar zijn en, indien geïnhaleerd, leveren aërosolen een inwendige stralingsdosis. Bij laswerkzaamheden aan de thoriumhoudende casing ontstaat lasrook waarin verdampt thorium voorkomt.
Voor 1964 werd er geen puntafzuiging bij laswerkzaamheden aan de casing gebruikt. De Arbeidsinspectie heeft eind 1963 onderzoek (Deelman 1964) gedaan naar de effectieve volgdosis van een lasser wanneer deze geen puntafzuiging gebruikt. De aanbevelingen uit dit rapport (Deelman 1964) om puntafzuiging toe te passen bij laswerkzaamheden zijn overgenomen door Defensie en toegepast.

[4] Het empirisch bepaalde veegrendement van een veegproef is o.a. afhankelijk van de uitgeoefende druk, soort papier, isotopenverbinding en de gebruikte vloeistof.
[5] Packard Tri-Carb 2900TR, S/N 423001

5.1.3 Dosisberekening geëmaneerde isotopen

In de vervalreeks van thorium (^{232}Th en ^{230}Th) komt radon (^{220}Rn en ^{222}Rn) voor. Radon is gasvormig bij kamertemperatuur waarbij de mogelijkheid bestaat dat dit gas uit de casing emaneert[6]. 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 het thoriumproductieproces wordt thorium chemisch gescheiden van andere materialen. We nemen aan dat bij dit proces ^{230}Th en ^{232}Th chemisch niet te onderscheiden zijn en dat beide isotopen zich dan ook in de casing bevinden. De vervalschema's (Buisman 2007) van deze isotopen geven aan dat ^{232}Th en ^{230}Th vervallen naar respectievelijk ^{220}Rn (*thoron*) en ^{222}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 (De Jong 2010) zoals beton. De structuur van de legering is zo gesloten dat deze (veel) minder poreus is dan menig bouwmateriaal. Toch stellen we bij de berekening (De Jong 2010) van de emanatie ($\dot{P}$) van ^{220}Rn en ^{222}Rn gelijk aan die van beton (De Jong 2010), namelijk 1,1 Bq/h per m^2.

Aannames:
- de fractie geëmaneerde activiteit en geïnhaleerde activiteit is 1 (100%)
- de werkruimte wordt geventileerd (λ=0,25 h^{-1})
- de dosisconversiecoëfficiënt voor ^{220}Rn ($DCC_{^{220}Rn}$) is: 40 nSv/h per Bq/m^3
- de dosisconversiecoëfficiënt voor ^{222}Rn ($DCC_{^{222}Rn}$) is: 9 nSv/h per Bq/m^3
- het ademdebiet van een huisbewoner wordt gelijk gesteld aan die van een Defensiemedewerker
- de emanatiefactoren van ^{220}Rn en ^{222}Rn zijn gelijk
- na emanatie verdeelt het radon zich instantaan homogeen over de werkruimte
- het volume van de werkruimte (V_{hal}) is 300 m^3
- alle dochternucliden in de casing zijn in evenwicht met elkaar
- $t_{\frac{1}{2},fys,^{222}Rn}$ en $t_{\frac{1}{2},fys,^{220}Rn}$ zijn resp. 3,825 dagen en 55,6 seconden
- $\lambda_{fys,^{222}Rn}$ en $\lambda_{fys,^{220}Rn}$ zijn resp. 0,008 h^{-1} en 45 h^{-1}
- de verblijftijdsfactor (f_v) van 1500 verblijfsuren per jaar

[6] Met emanatie wordt hier bedoeld het vrijkomen uit de materiaalmatrix van bij kamertemperatuur gasvormige radioactieve isotopen

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) $$A_s = n \cdot f_{atoom} \cdot \lambda_{^{232}Th} \cdot \frac{N_A}{M}$$

De massieke activiteit van ^{232}Th van beton is 0,018 Bq/g (De Jong 2010). De berekende massieke activiteit van ^{232}Th in de casing is 108 Bq/g volgens (1), ervan uitgaande dat de legering 4% ^{232}Th bevat. Uit de veegproefmetingen van schraapsel komt een massieke ^{232}Th activiteit van 14,1 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}Th massafractie dan door de fabrikant vermeld (<4%) of door een corrosiesnelheidsverschil tussen magnesium, aluminium en thorium. Het verschil tussen de massieke ^{232}Th activiteit in beton en in de casing is een factor 6020.

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

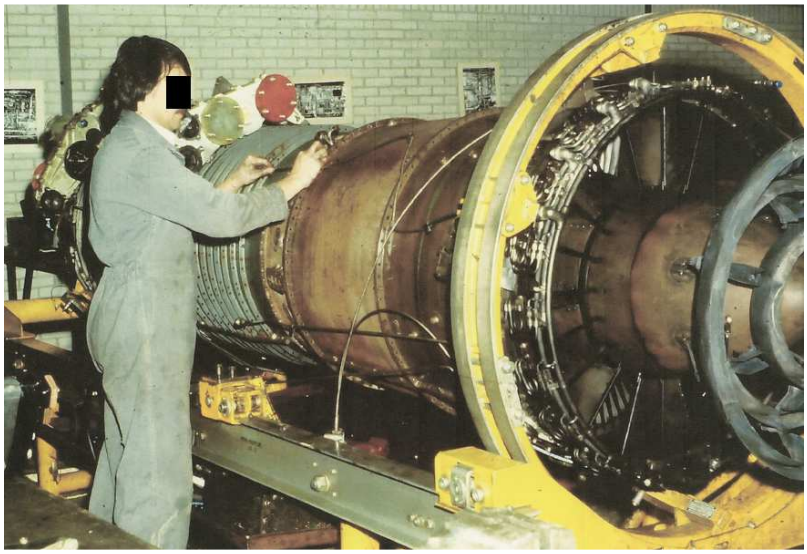
(3) $$A_{conc,eq,^{220}Rn} = \frac{\dot{P}}{\left(\lambda_{f,^{220}Rn} + \lambda_{vent}\right) \cdot V_{hal}}$$

In formule (2) en (3) zijn de insteltijden voor de evenwichten op oneindig gesteld. De eenheid van de activiteitsconcentratie is Bq/m^3.

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

5.1.4 Ingestie

Ingestie van materiaal afkomstig van de casing is niet onmogelijk geweest tijdens de werkzaamheden indien met onbeschermde handen is gewerkt (zie Figuur 1).



Figuur 1 Onderhoudswerkzaamheden aan de J79 straalmotor

Uit de interviews met ex-medewerkers is over persoonsbeschermende maatregelen geen duidelijkheid ontstaan. Aangenomen is dat bij vooral de laswerkzaamheden en de slijpwerkzaamheden in ieder geval huidbescherming werd toegepast. De mogelijkheid van ingestie van materiaal afkomstig van de casing is om die reden als laag geschat. Verder is de dosisconversiecoëfficiënt (Buisman 2007) voor ingestie ($e(50)(\mathrm{w})_{\mathrm{ingestie}} = 9.0 \cdot 10^{-7}\,\frac{\mathrm{Sv}}{\mathrm{Bq}}$) een factor 67 lager dan de dosisconversiecoëfficiënt voor inhalatie ($e(50)(w)_{inhalatie} = 6.0 \cdot 10^{-5}\,\frac{Sv}{Bq}$).

Om bovenstaande redenen is de bijdrage aan de effectieve jaardosis ten gevolge van ingestie van thorium als laag geschat.

5.2 Uitwendige dosimetrie

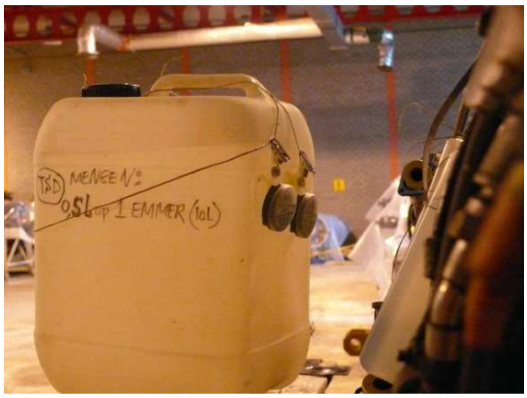
5.2.1 Actieve dosimetrie

Om een indicatie te krijgen van de uitwendige stralingsdosis te krijgen, zijn naast de eerste inventarisatiemetingen, aanvullende stralingsmetingen uitgevoerd. De dosistempi 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 is, 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 zijn 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 achtergrondstralingniveau gemeten, ook op hoogte *h,* op een voldoende afstand (>10 meter) van de casing of andere stralingsbronnen.

5.2.2 Passieve dosimetrie

Met behulp van TLD[7]'s is, ter aanvulling van de al met een actieve persoonsdosismeter gemeten persoonsdosis, 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. Omdat de nauwkeurigheid van het dosisgetal van de TLD toeneemt met de stralingsblootstellingstijd van de TLD, is in overleg met NRG bepaald dat een maand voldoende nauwkeurige gegevens oplevert.
Voor de huiddosisbepaling, $H_s(0,07)$ ICRU, zijn de TLD's op de casing gehangen (afstand 0 cm), voor de ooglensdosisbepaling, $H_p(3)$ ICRU, zijn de TLD's op een afstand van 30 cm opgehangen en voor de persoonsdosismeting, $H_p(10)$ ICRU, zijn de TLD's op een afstand van 50 en 100 cm opgehangen. De huiddosis en de persoonsdosis worden respectievelijk oppervlaktedosis en dieptedosis genoemd. De persoonsdosismeters zijn op fantomen (handfantoomdikte 7 cm, lichaamsfantoomdikte 18 cm) gehangen ter correctie van de afwezigheid van backscatter[8] van een menselijk lichaam.
Na een maand zijn de TLD's uit het stralingsveld gehaald en verzonden naar de dosimetriedienst van NRG[9] om te worden uitgelezen. De meetresultaten voor oppervlaktedosis en dieptedosis staan weergegeven in Tabel 2. De effectieve meettijd van deze meting was 28 dagen (14 maart 2011 t/m 11 april 2011).

[7] TLD: een thermoluminescentiedosismeter meet cumulatief diverse soorten straling door veranderingen in het stralingsgevoelige materiaal te meten met behulp van thermoluminescentie
[8] weerkaatsing van fotonen
[9] NRG: Nuclear Research Group (www.nrg.eu)



Figuur 2 Twee TLD's met waterfantoom[10]

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

6 Resultaten

6.1 Inwendige dosimetrie

Uit de interviews met ex-onderhoudspersoneel bleek dat er verspanende handelingen zijn verricht aan de casings. Dit betekent dat er thoriumhoudend stof (aërosolen) geproduceerd is.

6.1.1 Inhalatie

Bij laswerkzaamheden wordt een hoeveelheid thoriumactiviteit (Deelman 1964) van 6,1 Bq per m^3 lucht geproduceerd bij een werktempo van 18 lassen per uur. Aangenomen is dat de lasser één uur verblijft in deze lucht en ademt met een ademdebiet van 1,2 m^3 per uur. De laswerkzaamheden zijn gedurende 8 uren per jaar uitgevoerd op basis van de gehouden interviews (zie Bijlage 3). Als gevolg van de geïnhaleerde thoriumactiviteit (59 Bq per jaar) is de effectieve volgdosis 3,5 mSv per jaar[11] als er geen puntafzuiging gebruikt is en geldt dat $e(50)(w)_{inh,^{232}Th}$ is $6.0 \cdot 10^{-5} \frac{Sv}{Bq}$ (Buisman 2007).

$$E_{50,inh} = A_{conc} \cdot t_{verblijf} \cdot Q_{adem} \cdot e(50)(w)_{inh,^{232}Th} \quad (5)$$

Bij slijpwerkzaamheden, zoals het verwijderen van serienummers, ontstaat slijpsel. Deze specifieke werkzaamheden zijn op locaties, anders dan de S.M.W., uitgevoerd. Op deze locaties was geen puntafzuiging aanwezig. Volgens (National Institute for Occupational Safety and Health (USA) August 2007) bedroeg de hoeveelheid thoriumslijpsel 10,2 µg per m^3 bij *open wheel grinding* (gebruik van een slijptol). Aangenomen dat alle slijpseldeeltjes van inhaleerbare grootte zijn (5 µm AMAD), een blootstellingstijd van 8 uren per jaar geldt, de werknemer ademt met een ademdebiet van 1,2 m^3 per uur, is de effectieve volgdosis 24 µSv per jaar.

[10] Bron: R. Bohnen

[11] Berekening: $E_{50,inh} = 6{,}1 \frac{Bq}{m^3} \cdot 8 \frac{uur}{jaar} \cdot 1{,}2 \frac{m^3}{uur} \cdot 6{,}0 \cdot 10^{-5} \frac{Sv}{Bq} = 3{,}5 \cdot 10^{-3} Sv$

Bij puntafzuiging wordt de lasrook afgezogen via een ventilatiesysteem met een diameter van 10 cm, een afstand van 15 cm en een debiet van 11 m^3 per minuut (660 m^3 per uur) (Deelman 1964). De afstand van de lasser tot aan de casing is groter dan 15 cm. Het verschil in debiet is een factor 550 ten voordele van de puntafzuiging. Het is dan ook zeer waarschijnlijk dat bij gebruik van puntafzuiging de meeste lasrook wordt weggezogen. De inwendige dosis als gevolg van geïnhaleerde thoriumdamp is dan ook verwaarloosbaar.
De effectieve volgdosis ten gevolge van laswerkzaamheden zonder puntafzuiging (afstand: 15 cm, debiet: 660 m^3 per uur) is voor een referentiewerknemer 3,5 mSv per jaar.
De laswerkzaamheden zijn uitgevoerd met puntafzuiging waarbij de lasrook afgezogen wordt. Er is geen inwendige stralingsblootstelling als gevolg van geïnhaleerd thorium geweest bij slijpwerkzaamheden met puntafzuiging. Bij slijpwerkzaamheden zonder puntafzuiging is berekend dat de effectieve volgdosis 24 µSv per jaar is.

6.1.2 Dosisberekening geëmaneerde isotopen

De totale effectieve inhalatiedosis als gevolg van radoninhalatie per jaar per (ex-)defensiemedewerker is, ongecorrigeerd voor de massieke activiteit, 4 nSv per jaar.
Om de dosisvergelijking tussen beton en casing te corrigeren voor de massieke activiteit van ^{232}Th is de totale effectieve inhalatiedosis met de verschilfactor 6020 vergroot zodat de totale effectieve dosis uitkomt op 55 µSv per jaar als de casing gemaakt zou zijn van beton.
De emanatie van ^{222}Rn en ^{220}Rn uit de casing ligt factoren lager doordat de structuur van de casing veel dichter (niet-poreus) is dan het zeer poreuze beton.

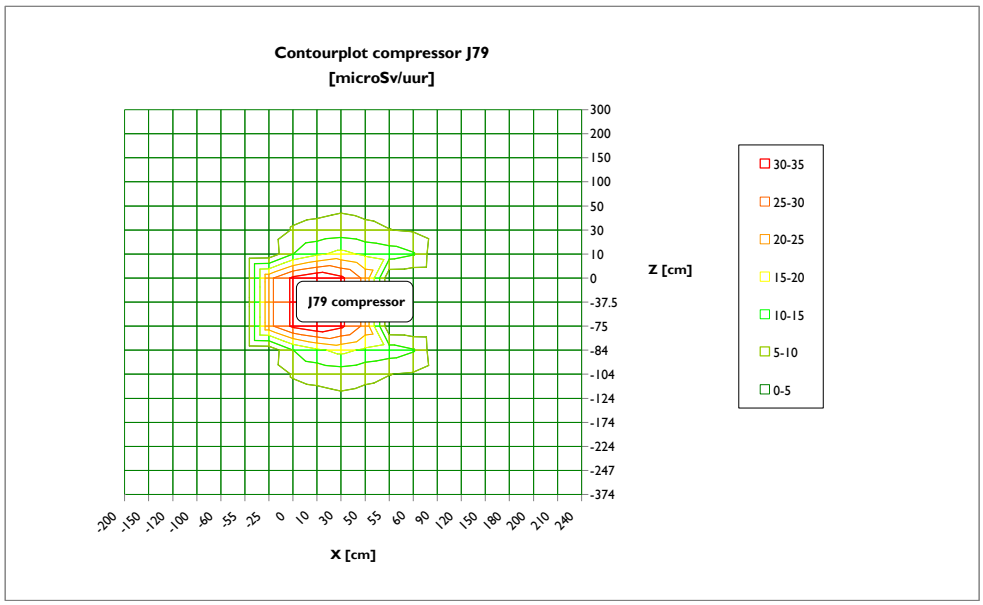
6.1.3 Ingestie

De effectieve volgdosis als gevolg van ingestie is verwaarloosbaar.

6.2 Uitwendige dosimetrie

6.2.1 Actieve dosimetrie

De ruwe meetresultaten staan vermeld in een afstandenmatrix met gamma- en bètadosistemponiveaus in Bijlage 2.
De resultaten van deze uitgebreide metingen zijn visueel samengevat in Figuur 3. Om het figuur compleet te maken zijn interpolaties tussen meetwaarden toegepast.

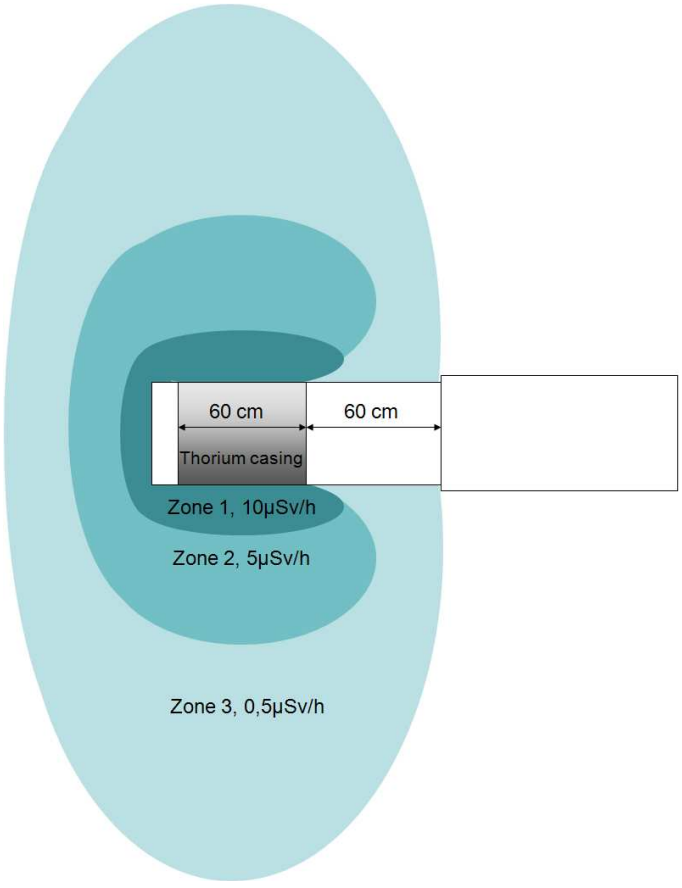


Figuur 3 Contourplot (bovenaanzicht) compressor J79

In Tabel 1 zijn de afstanden van de isodosistempocontouren ten opzichte van de casing weergegeven.
De *ignition boxes*, gemonteerd aan weerskanten van de casing, bevatten ^{137}Cs. Het dosistempo op het oppervlak van een *ignition box* is 2 µSv/h.

Tabel 1 Afstanden zones

	Afstand tot casing [cm]	Effectief dosistempo [µSv/h]
Zone 1	0 – 30	10
Zone 2	30 – 100	5
Zone 3	100 – 300	0.5



Figuur 4 Isodosistempozones rondom de compressor van de J79 straalmotor (bovenaanzicht)

6.2.2 Passieve dosimetrie

Tabel 2 Meetresultaten omgevingsdosimetrie TLD's

badgenummer	TLD-locatie (X,Z)	$H_S(0{,}07)$ [mSv]	$H_p(10)$ [mSv]	$\dot{H}_S(0{,}07)$ [µSv/uur]	$\dot{H}_p(10)_{passief}$ [µSv/uur]	$\dot{H}_p(10)_{actief}$ [µSv/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 µSv per uur, wordt grotendeels veroorzaakt door α- en β-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 (ex-)Defensiemedewerkers zijn op of aan de casing met de hand uitgevoerd.

Voor de berekening van de equivalente huiddosis is uitgegaan van verblijf in zone 1 (0-30 cm). Terugrekenend vanuit de equivalente handdosislimiet per jaar voor een lid van de bevolking[12] (50 mSv/jaar), moeten de handen van een persoon meer dan 1000 uren per jaar direct op de casing hebben gerust. Dit kan het geval zijn geweest bij (ex-)Defensiemedewerkers van de groep Compressie (1500 uur per jaar werkzaam in zone 1). De equivalente huiddosis voor een dergelijke medewerker is dan 74 mSv per jaar.

[12] 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 (Behrens, et al. 2011). Het equivalente ooglensdosistempo, $H_p(3)$, is dan gemiddeld over de meetperiode 14 µSv per uur. De huidige equivalente ooglensdosislimiet[13] is 15 mSv per jaar. Voor de berekening van de equivalente ooglensdosis is uitgegaan van verblijf in zone 1 (0-30 cm) zonder oogbescherming (laskap of -bril).
Uit de interviews (Bijlage 3) komen drie categorieën werkers naar voren, namelijk *monteurs*, medewerkers van de *groep Compressie*[14] en *inspecteurs*.

Tabel 3 Equivalente huid- en ooglensdosis per categorie werknemers

	Equivalente huiddosis [mSv]	**Equivalente ooglensdosis [mSv]**
monteurs	36	10.5
groep Compressie	72	21
inspecteurs	0	0

6.3 Jaardosis
De verblijftijden en de effectieve stralingsdoses per jaar voor de (ex-)Defensiemedewerkers zijn aan de hand van interviews met monteurs, medewerkers van de groep Compressie en inspecteurs bepaald en uiteengezet in onderstaande matrix.

Tabel 4 Effectieve jaardosismatrix per Defensiemedewerker

Zone	**Effectief dosistempo [µSv/uur]**	**Verblijftijd monteurs [uur/jaar]**	**Verblijftijd groep Compressie [uur/jaar]**	**Verblijftijd inspecteurs [uur/jaar]**	**Effectieve dosis monteurs [mSv/jaar]**	**Effectieve dosis groep Compressie [mSv/jaar]**	**Effectieve dosis inspecteurs [mSv/jaar]**
1	10	750	1500	0	7.5	15	0
2	5	0	500	500	0	2.5	2.5
3	0.5	500	0	0	0.25	0	0
Totaal					**7.75**	**17.5**	**2.5**

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

[14] De groep Compressie komt alleen bij de Straalmotoren Werkplaats voor.

7 Conclusie

Uit de dosisschattingen voor het ex-personeel komt naar voren dat de effectieve dosis voor personeel werkend op de groep Compressie 17,5 mSv per jaar bedraagt. Deze dosis is hoger dan de huidige limiet die geldig is voor een lid van de bevolking (1 mSv per jaar). Ten tijde van de werkzaamheden (1962 t/m 1983) met de motoren bedroeg, voor de periode 1962 – 1966, deze limiet 15 mSv per jaar en 5 mSv per jaar voor de periode 1966 – 1983. Beide limieten zijn dus overschreden. Personeel werkend aan de J79 motoren is niet aangemerkt als blootgestelde werknemer voor wie een jaarlijkse dosislimiet van 20 mSv geldt. Als aanvulling moet worden gesteld dat de berekeningen berusten op *worst case* aannames.

De dosistempozonering, eerder toegepast in de eerste SBD-rapportages, is bevestigd door de aanvullende metingen. Vastgesteld is dat de grenswaarden van de gebruikte zoneringen maximale dosiswaarden zijn binnenin de zone. 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 berekende doses voor handen en ooglens zijn in ieder geval vanaf 1966 hoger geweest dan de wettelijke limiet voor blootstelling aan de huid en de ooglens doch niet van dien aard dat hier ernstige gezondheidschade valt te verwachten. De huidige limiet geldend voor blootgestelde werknemers is niet overschreden geweest. De externe blootstelling als gevolg van de *ignition boxes* is verwaarloosbaar.

Inwendige besmetting ten gevolge van inhalatie is, gezien de puntafzuiging bij laswerkzaamheden, onwaarschijnlijk. De slijpwerkzaamheden waarbij geen afzuiging dan wel adembescherming werd toegepast, zullen geen belangrijke bijdrage voor de totale dosis hebben opgeleverd. De inhalatiedosis als gevolg van radonemanatie uit de casings is zeer laag en verwaarloosbaar klein (55 µSv per jaar) ten opzichte van de externe bestraling.

Het risico op het ontwikkelen van fatale en niet-fatale kankergevallen voor de beroepsbevolking is 5% per 1000 mSv ($5 \cdot 10^{-2} Sv^{-1}$) (ICRP Publication 103 2007). Het extra risico[15] op stralingsgeïnduceerde kanker voor de personen die werkzaam geweest zijn in de compressorruimte is geschat als het product van de cumulatieve dosis ontvangen tijdens de gewerkte jaren én het risicogetal $5 \cdot 10^{-2} Sv^{-1}$.

De dosis ten gevolge van de externe bestraling is de belangrijkste factor voor het risico op gezondheidsschade.

[15] Stel dat een groep van 100 monteurs van de groep Compressie 10 jaren gewerkt hebben aan de casing. Het extra risico op een stralingsgeïnduceerde kanker is dan $10\,jaar * 17{,}5 \cdot 10^{-3} \frac{Sv}{jaar} * 5 \cdot 10^{-2} Sv^{-1} = 0{,}875 \cdot 10^{-2}$ ofwel 0,875% ofwel, afgerond, 1 extra geval van kanker in deze groep van 100. De 'natuurlijke' kans op sterven aan kanker is 30-35 op een groep van 100.

8 Discussie

De verschillen tussen de dosisresultaten verkregen met passieve en de actieve dosismeters kunnen onder andere worden 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 α-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 naar de huidige maar ook naar de toen geldende maatstaven.
Om een volledig beeld te krijgen van de jaardoses wordt aanvullend arbeidshygiënisch onderzoek naar de betreffende populatie aanbevolen.

9 Referentielijst

32500-X-44. Brief regering, Mogelijke gezondheidsrisico's van buiten dienst gestelde militaire vliegtuigmotoren, 26 november 2010.

Behrens, J., J. Engelhardt, M. Figel, M. Jordan, and R. Seifert. "Hp(0.07) photon dosemeters for eye lens dosimetry: calibration on a rod vs. a slab phantom." *Radiat Prot Dosimetry*, 2011.

Bos, A.J.J., F.S. Draaisma, W.J.C. Okx, en C.E. Rasmussen. *Inleiding tot de stralingshygiene.* Maarssen: Elsevier gezondheidszorg, 2000.

Buisman, A.S. Keverling. *Handboek radionucliden.* Tweede druk. Schoorl: BetaText, Bergen, 2007.

De Jong, Peter. *Exposure to natural radioactivity in the Netherlands: the impact of building materials.* Arnhem: VDA, Arnhem, 2010.

Deelman, I.J. *Metingen ter vaststelling van een mogelijke besmetting, van het werkmilieu van een lasser die magnesium-thorium-verbindingen freest, boort of last, door thorium en/of thorium-dochterprodukten.* Medisch Fysische Afdeling, Voorburg: Arbeidsinspectie, 1964.

Hennen, Leonard A. *Dosisschattingen personeel KM (afschermingsfactoren KM-schepen).* MvD/DICO/MGFB/GGB, maart 2000.

ICRP Publication 103. Edited by J. Valentin. Vol. 37. Elsevier, 2007.

„Magnesium - thorium en radioactiviteit." *Jet Service News*, 1963: 3.

National Institute for Occupational Safety and Health. *A focused review of operations and thorium exposures at the Dow Chemical Company Madison plant.* Vienna, Virginia: S. Cohen & Associates, August 2007.

10 Bijlagen

Bijlage 1 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

1. Algemeen 26

2. Informatie aangaande de veegmonsters 26

3. Gebruikte apparatuur 26

4. Voorbereiding en uitvoeren van de meting 27
4.1 Sample Identificatie 27

5. Geometry Composer 29

6. Bijlage A 32
6.1 Sample 1droog (CBRNe Id 2007892) 32
6.2 Sample 2 droog + 2 nat (CBRNe Id 2007893) 35
6.3 Sample 3 droog + 3 nat (CBRNe Id 2007894) 38
6.4 Sample 4 droog + 4 nat (CBRNe Id 2007895) 40
6.5 Sample 5 droog + 5 nat (CBRNe Id 2007896) 43
6.6 Sample 6 droog + 6 nat (CBRNe Id 2007897) 45
6.7 Sample 7 droog + 7 nat (CBRNe Id 2007898) 47
6.8 Sample 8 droog + 8 nat (CBRNe Id 2007899) 49
6.9 Sample 9 droog + 9 nat (CBRNe Id 2007900) 51
6.10 Sample 10 droog + 10 nat (CBRNe Id 2007901) 54

7. Bijlage B 56
7.1 Schraapsel J79 56

8. Bijlage C 59
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 energiekanalen vastgesteld wat de inzetbaarheid ernstig beperkte. Nader onderzoekt 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.

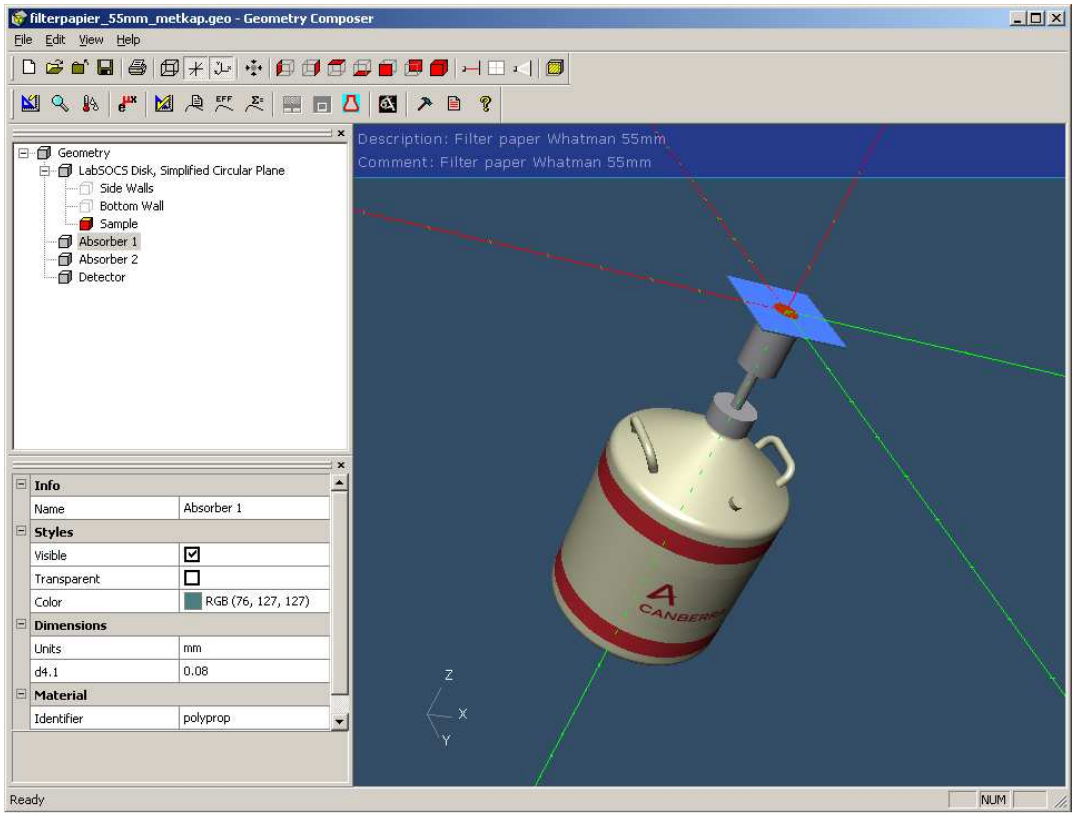
4.1 Sample Identificatie

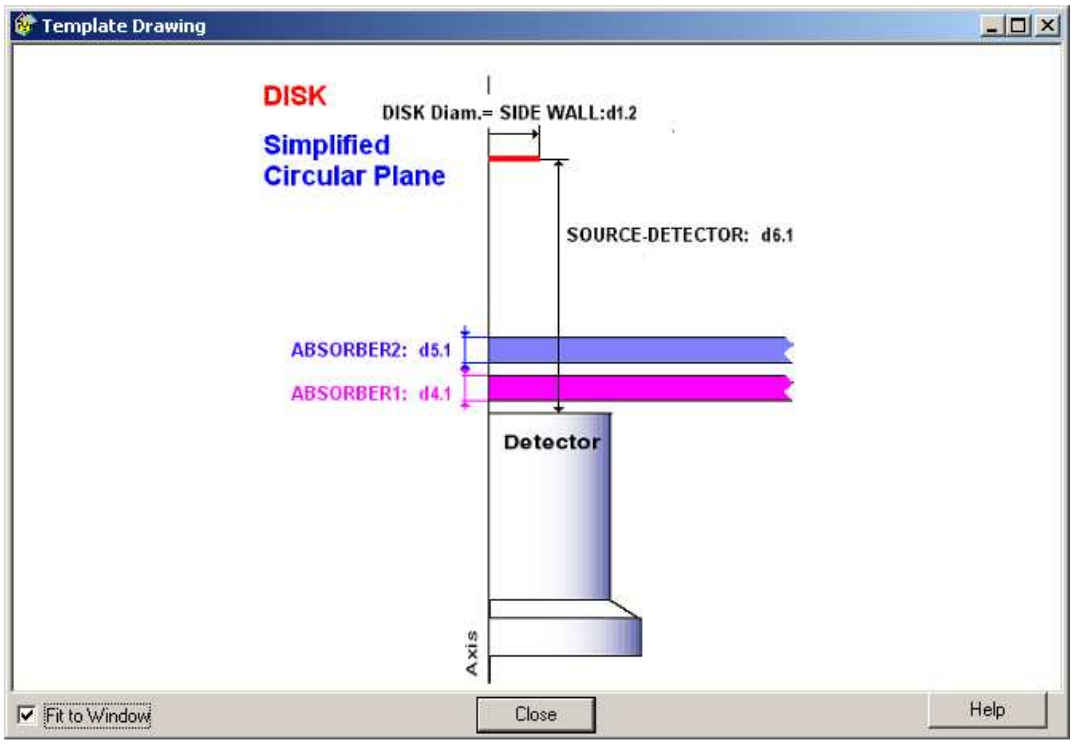
Informatie op monster (SBD) (GammaSpectrometrie)			**Barcodesticker (Cluster CBRNe)**
Veegpapier			
Whatman 55mm	1 droog	1 nat	2007892
Whatman 55mm	2 droog	2 nat	2007893
Whatman 55mm	3 droog	3 nat	2007894
Whatman 55mm	4 droog	4 nat	2007895
Whatman 55mm	5 droog	5 nat	2007896
Whatman 55mm	6 droog	6 nat	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
Telflesje met hierin 0,788 gram schraapsel			2007903
Telflesje LSA (Liquid Scintillation Analyzer)			
Veegpapier			
Whatman 2 cm		**BKG**	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

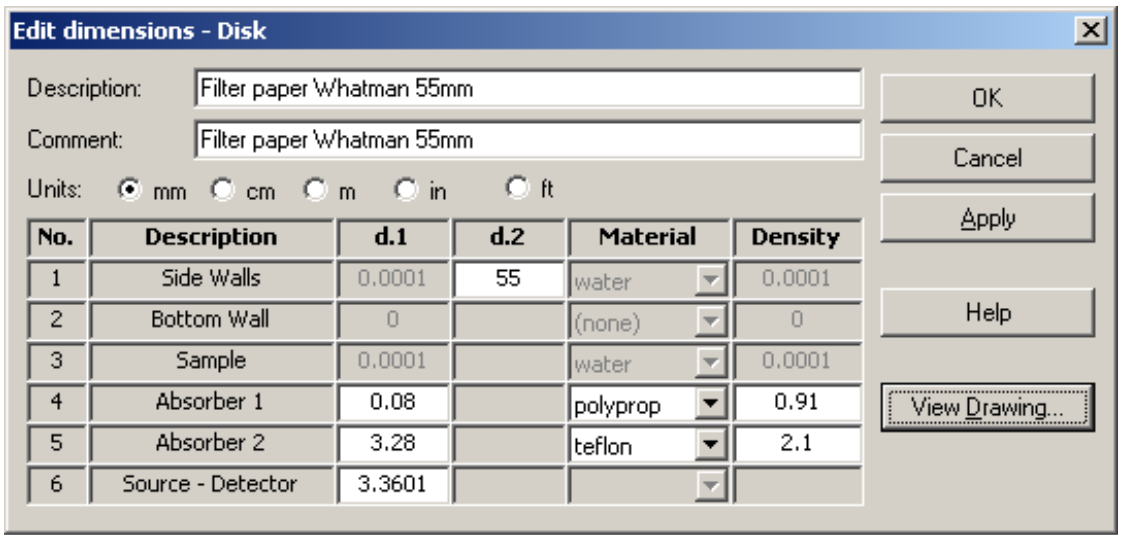
Whatman 2 cm	4n		2011-032
Whatman 2 cm	5d		2011-033
Whatman 2 cm	5n		2011-034

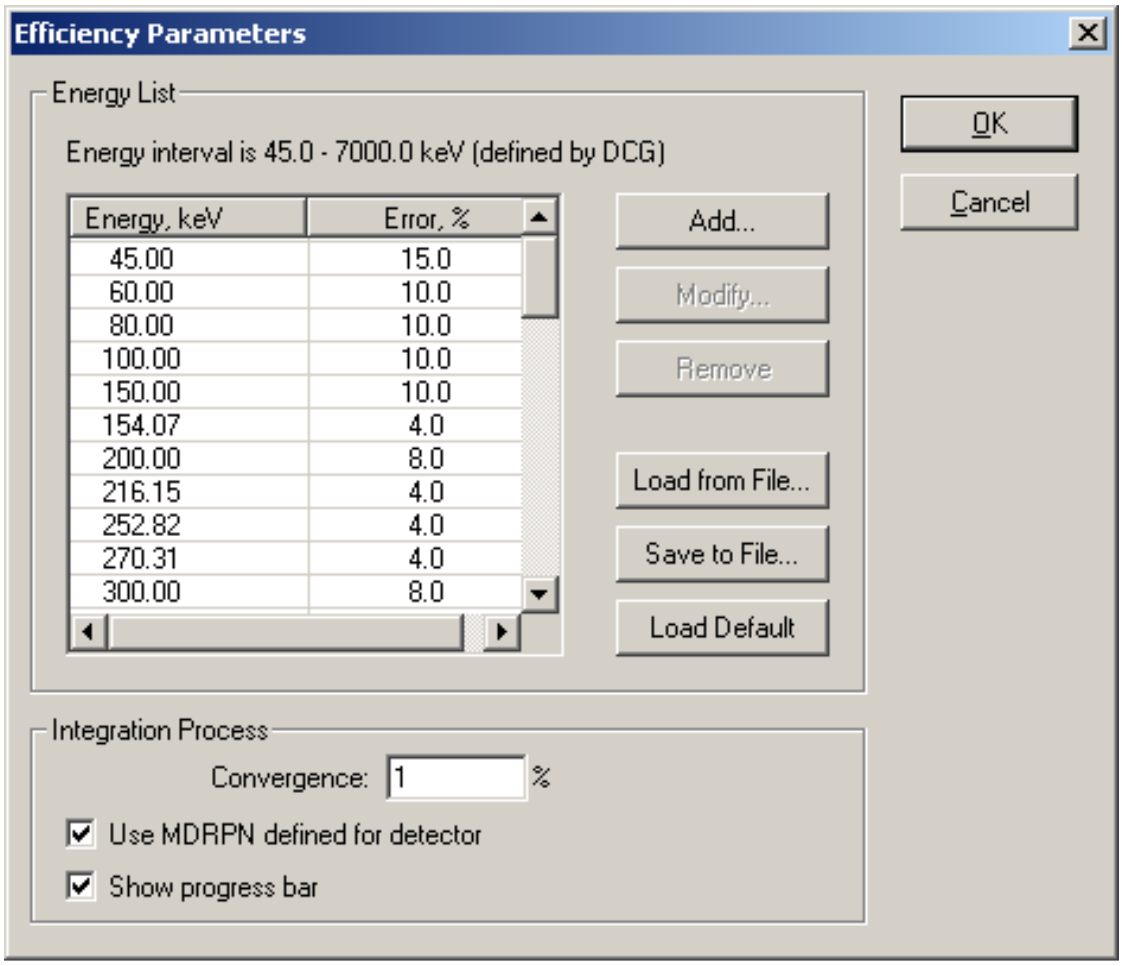
5 Geometry Composer

Indien de geometrie van het te onderzoeken sample afwijkt van de geometrie waarin de gammaspectrometrie-opstelling is gekalibreeerd dan wordt softwarematig de gewenste geometrie "getekend". Het cluster CBRNe gebruikt hiervoor de applicatie;Geometry Composer. Onderstaande schermafdrukken geven een summiere indruk van deze applicatie.




Template Drawing
DISK
DISK Diam.= SIDE WALL:d1.2
Simplified
Circular Plane
SOURCE-DETECTOR: d6.1
ABSORBER2: d5.1
ABSORBER1: d4.1
Detector
Axis
Fit to Window
Close
Help


Edit dimensions - Disk
Description: Filter paper Whatman 55mm
Comment: Filter paper Whatman 55mm
Units: mm cm m in ft
OK
Cancel
Apply
Help
View Drawing...
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 | | |


Efficiency Parameters
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
Add...
Modify...
Remove
Load from File...
Save to File...
Load Default
OK
Cancel
Integration Process
Convergence: 1 %
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     Id        Energy     Yield      Activity      Activity
   Name     Confidence   (keV)       (%)      (Bq /disk)   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
```

****
***** 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 /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

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

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

****
***** 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 %

! = 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 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     Id        Energy     Yield      Activity      Activity
   Name     Confidence   (keV)       (%)      (Bq /2 di)   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
```

****
***** 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	3.0579480E-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

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

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

****
***** 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 %
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

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

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    Id        Energy    Yield     Activity     Activity
   Name    Confidence   (keV)      (%)     (Bq /2 di)  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     Id       Energy    Yield     Activity     Activity
   Name     Confidence  (keV)      (%)     (Bq /2 di)  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
```

****
***** 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	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

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

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 14:14:57
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    Id        Energy     Yield      Activity      Activity
   Name     Confidence  (keV)       (%)     (Bq /2 di)  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

****
***** 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	3.2261673E-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

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

Peak Locate Performed on: 15-3-2011 14:19:56
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     Id        Energy     Yield      Activity      Activity
   Name     Confidence   (keV)       (%)      (Bq /2 di)  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

****
***** 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	3.0616758E-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

********** UNIDENTIFIED PEAKS **********

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

****
***** 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 %
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

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

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

```
*************************************************************************
*****       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\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     Id        Energy     Yield      Activity      Activity
   Name     Confidence   (keV)       (%)      (Bq /gram)  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		

****
***** 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 /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 η
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 % η**
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 2 Resultaten actieve dosistempometingen rondom J79 motor

Tabel 5 Resultaten actieve dosistempometingen.

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

Toelichting bij Tabel 5: In het rood weergegeven staan de geïnterpoleerde waarden.

Bijlage 3 Interviews met (ex-)Defensiemedewerkers

INTERVIEUWS (EX)MEDEWERKERS J79 MOTEREN

Datum: 26 januari 2011
Aanwezig: Paul Rugebregt (SBD)
Theo van Els (Arbodienst)
Ad de Koning (CEMG, cluster Stralingshygiëne)

Geïnterviewden: Kap bd. P. C. werkzaam geweest in Woensdrecht.
AOO W. S. werkzaam motorshop te Volkel.
SGT W. van de B. werkzaam geweest motorshop te Leeuwarden.

Inleiding

Defensie heeft in het verleden J79 in bruikleen gegeven aan scholen bestemd voor de opleiding tot vliegtuigmonteur Vanuit het ROC te Maastricht zijn vragen gerezen over de gezondheidsrisico's voor docenten en leerlingen die met deze motoren werken. De casing van de motoren bevat radioactief thorium en daarnaast is er asbest in de motoren verwerkt. De arbodienst van Defensie en de SBD hebben een inventarisatie verricht door metingen om dit risico voor de docenten en leerlingen in kaart te brengen. Hiervoor is ook informatie ingewonnen over hoe met deze motoren werd omgegaan: welke handelingen werden er verricht en wat waren de verblijfstijden in de buurt van de motoren.

Defensie wil ook de eventuele risico's voor de gezondheid in kaart brengen van de monteurs die met de J79 motoren in het verleden hebben gewerkt. Ook hiervoor is naast het verrichten van metingen het noodzakelijk om het gebruikersprofiel in kaart te brengen door middel van interviews.

Voorbereiding

Als voorbereiding voor de interviews zijn een aantal vragen geformuleerd die aan de deelnemers werden gesteld. Tijdens de interviews werd hier niet altijd zeer strikt de hand aan gehouden maar dienden deze vragen meer als een leidraad om de benodigde informatie te verkrijgen.

Duur van de werkzaamheden van de deelnemers:
P. C. heeft van ongeveer 1950 tot en met 1960 in verschillende functies met de motoren gewerkt, W. S. van 1979 tot en met 1983 en van der B. van 1975 tot en met 1980.

Verspanende werkzaamheden

Aan de casings zijn in het verleden verspanende werkzaamheden uitgevoerd. Het betrof het wegslijpen van serienummers. Bij deze werkzaamheden werden geen mondkapjes of andere vorm van adembescherming toegepast. Er was geen afzuiging aanwezig. De werkzaamheden vonden ongeveer 2 keer per jaar plaats duurden ongeveer 4 uur en vonden 5 tot 6 keer in de loopbaan plaats.

Daarnaast werden incidenteel (8 uren per jaar) laswerkzaamheden uitgevoerd. Bij deze werkzaamheden was puntafzuiging aanwezig en werden veiligheidsbrillen gedragen. Er was geen andere adembescherming. Eten, drinken en roken was tijdens deze laswerkzaamheden verboden. Laswerkzaamheden vonden incidenteel plaats, er zijn weinig monteurs die deze hebben uitgevoerd.
Het onderhoud in de Straalmotoren Werkplaats was veel uitgebreider dan het onderhoud in de Motorenshops. In de motorenshops zijn overwegen inspecties, montage- en demontagewerkzaamheden uitgevoerd en zijn incidenteel verspanende werkzaamheden uitgevoerd. In de Straalmotoren Werkplaats zijn deze werkzaamheden ook uitgevoerd maar dan tot op componentenniveau. Daarnaast zijn regelmatig verspanende en laswerkzaamheden uitgevoerd.
Overigens was het bekend dat de casings thorium bevatten doch er was verteld dat dit geen gevaar zou opleveren. Er zijn in het verleden metingen uitgevoerd.

Werkzaamheden aan de motoren

Monteurs werkten 5 dagen per week aan de motoren en ongeveer 3 uur per dag aan de of dicht in de nabijheid van de casings. Zij werkten ongeveer 2 tot 3 uur in zone 1 en ongeveer 2 uur in zone 3. Medewerkers van de groep Compressie werkten 6 uur per dag in zone 1 en ongeveer 2 uur in zone 2. Inspecteurs werkten ongeveer 2 uur op een dag in zone 2 . Een dock groep bestond normaliter uit 5 personen. Veel monteurs hebben de gehele loopbaan dwz 15-20 jaar aan deze motoren gewerkt. In de ruimte waar werkzaamheden plaats vonden werd gegeten en gedronken.

Werkzaamheden aan de motoren bestonden uit demontage, reiniging, controle van de onderdelen en montage.

Afvalverwerking

Over het algemeen werd afval gedeponeerd op een schroothoop en door civiele bedrijven opgehaald. Er zijn bij de geïnterviewden geen verhalen bekend van het verzagen of pletten van casings.

Samenvatting

In tabelvorming is voor drie functiegroepen de verblijftijd per zone aangegeven.

	Blootstelling (uur per werkdag)		
Groepsindeling	**Zone 1**	**Zone 2**	**Zone 3**
Monteurs	3	0	2
Groep Compressie	6	2	0
Inspecteurs	0	2	0

Bijlage 4 Meetresultaten passieve dosismeters (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

Abonneenr.	Categorie	Periodiciteit	Soort	Jaar/Periode	Datum	Pagina
X9318	12	4W	X,γ,β	2011/03	18/04/11	1

MINISTERIE VAN DEFENSIE
t.a.v. T P KUIPERS
NOODWG 37
1213 PW HILVERSUM

Aantallen dosismeters

10 Terugontvangen van deze periode
0 Idem van overige periodes
0 Verzonden voor nieuwe periode
0 Dosismeter voor nieuwe of andere drager
0 Niet terugontvangen van deze periode
0 Idem van 1 periode geleden
0 Idem van 2 perioden geleden (zie ***)

Betekenis afkortingen

'<' = kleiner dan 0,01 mSv
(../..) = jaar/periode, indien afwijkend
DNO (../..) = dosismeter nog niet ontvangen
NAG (../..) = nagekomen rapportage
TVO (../..) = dosismeter te vroeg ontvangen
BES (../..) = dosismeter beschadigd
BSM (../..) = dosismeter besmet
NEV (../..) = dosismeter niet evalueerbaar
GEC (../..) = gecorrigeerde dosis

ISC-nummer								Dosis in millisievert (mSv)					
Geb datum	Volg-nr.	Abonne-mentnr.	Naam	Man/ vrouw	Soort werk	Bijzonderheden		Oppervlakte dosis	Diepte dosis	Jaardosis Abonnee	Jaardosis Totaal	Cumulatieve dosis dosis	Cumulatieve 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 **			