

The logo for RIVM (Rijksinstituut voor milieuhygiëne en publieke gezondheid) is displayed in white lowercase letters on a yellow rectangular background.

Rapport 610790008/2009

P. Stoop | S. Bader | C.P. Tanzi | I.R. de Waard-Schalkx

# Radioactief jodium in huishoudelijk afval

Een verkenning

RIVM-rapport 610790008/2009

## **Radioactief jodium in huishoudelijk afval**

### Een verkenning

P. Stoop  
S. Bader  
C.P. Tanzi  
I.R. de Waard-Schalkx

Contact:  
Paul Stoop  
Laboratorium voor Stralingsonderzoek  
Paul.Stoop@RIVM.NL

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de directie Risicobeleid van het ministerie van VROM, in het kader van het BEST-programma - Beleidsondersteuning Straling

© RIVM 2009

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

## Rapport in het kort

### Jodium-131 in huishoudelijk afval – een verkenning

Werknemers in de thuis- en verpleegzorg en vuilnisophalers komen soms zonder dat te weten in aanraking met de radioactieve stof jodium-131. Toch is het niet aannemelijk dat zij aan een te hoge stralingsdosis blootstaan. Voorwaarde is, dat ze de normale hygiënische voorschriften naleven.

Dit blijkt uit verkennend onderzoek van het RIVM. Aanleiding is een tiental stralingsmeldingen bij een afvalverbrandingsinstallatie voor huishoudelijk afval in Dordrecht tussen april 2008 en april 2009. De straling was afkomstig van jodium-131 in incontinentiemateriaal en ander afval van patiënten die met deze radioactieve stof zijn behandeld wegens een schildklierafwijking. Voor het onderzoek zijn vijf ziekenhuizen bezocht en zijn gegevens van de VROM-Inspectie gebruikt. Op basis hiervan heeft het RIVM scenario's opgesteld waarmee dosisschattingen voor werknemers zijn gemaakt. Deze schattingen zijn gebaseerd op de veronderstelling dat de hoeveelheid jodium-131 in incontinentiemateriaal niet groter is dan tot nu toe in het huishoudelijk afval is waargenomen.

Er zijn twee mogelijke verklaringen voor de aanwezigheid van jodium-131 in het incontinentiemateriaal. Incontinentie patiënten mogen in Nederland niet poliklinisch met jodium-131 worden behandeld, maar in de praktijk gebeurt dat toch. De eerste 24 uur na de behandeling bevat de urine van deze patiënten relatief veel van deze radioactieve stof. Een tweede verklaring zou kunnen zijn dat patiënten die met een hoge dosering zijn behandeld, in sommige ziekenhuizen vaker vervroegd worden ontslagen.

In Duitsland is poliklinische behandeling met jodium-131 niet toegestaan. Gezien de beperkte risico's lijkt een dergelijk totaalverbod in Nederland niet te rechtvaardigen. Om de risico's voor derden laag te houden, zou men bij incontinentie patiënten terughoudend moeten zijn met poliklinische behandeling en vervroegd ontslag.

Trefwoorden: nucleaire geneeskunde, ontslag patiënten, therapie, jodium-131, incontinentie, afval

## **Abstract**

### **Iodine-131 in household waste – a pilot study**

Homecare and nursing home workers and waste collectors are occasionally unknowingly exposed to the radioactive substance iodine-131. Still, it is unlikely that dose limits are exceeded, provided that standard hygienic procedures are followed.

This is shown in a pilot study that RIVM carried out, following a number of radiation alerts at the household waste incinerator in Dordrecht between April 2008 and April 2009. The radiation originated from iodine-131 in incontinence material and similar waste from patients who had been treated for thyroid disorders. For this pilot study, visits to five hospitals have been conducted, and data were obtained from the environmental inspectorate. Based on this, scenarios were drawn up and doses for workers were estimated. These dose estimates were made assuming that the amounts of iodine-131 in incontinence material are at most as large as presently observed in household waste.

Two explanations are given for the unexpected presence of iodine-131 in household waste. In the first place, iodine-131 therapy is not allowed for outpatients if they are incontinent, yet it happens in practice. In the second place, early release of patients treated with high doses may occur more often in some hospitals.

In Germany, iodine therapy of outpatients is not allowed at all. In view of the limited risks, such a total ban seems unjustifiable in the Netherlands. To keep the risks for others to a minimum, hospitals should exercise restraint on releasing incontinent patients early.

Key words: nuclear medicine, patient release, iodine-131 therapy, incontinence, household waste

## **Dankwoord**

De volgende personen hebben meegewerkt aan het tot stand komen van dit rapport door hun uitleg van de gang van zaken in de praktijk betreffende de behandeling van patiënten met jodium-131 in een aantal Nederlandse ziekenhuizen, in Duitsland en in België. De auteurs zijn hen erkentelijk voor de verleende medewerking, vriendelijke ontvangst en geduldige uitleg:

mw. ing. C.A.T.M. Leijen, dhr. dr. ir. P.J.H. Kicken, dhr. ing. D.W. Rook, mw. dr. E.W. van Tilburg, dhr. drs. P.A.J. Jonkergouw, dhr. dr. Eric P. Visser, dhr. W. van den Broek, mw. dr. A.M.D.E. Timmerman, dhr. W. Idema, dhr. H. Michalczak Dipl. Biol, Wissenschaftlicher Oberrat, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Bonn, Duitsland, dhr. Dr L. Van Bladel, Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle, Brussel, België.

Daarnaast hebben de volgende personen het rapport kritisch gelezen en meegedacht over de inhoud. Ook zij worden door de auteurs hartelijk bedankt:

Dhr. ing. J. Bothof (VROM-Inspectie), dhr. dr. G. Breas (KFD), dhr. drs. A. Vermeulen (Min. SZW), dhr. Th. Klomberg (Min. VROM), dhr. dr. R.M.W. Overwater, dhr. dr. H. Bijwaard.

## Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Probleemschets	9
1.2 Leeswijzer	10
<b>2 Verspreiding van jodium-131 via patiënten</b>	<b>11</b>
2.1 Therapie met jodium-131	11
2.2 Incontinentie	12
2.3 De praktijk	13
2.4 Jodium-131 in huishoudelijk afval	14
<b>3 Blootstellingspaden</b>	<b>19</b>
3.1 Blootstellingspaden genoemd in de Aanbevelingen	19
3.2 Scenario's voor blootstelling via incontinentiemateriaal	19
3.2.1 Scenario 1 – verpleging/verzorging	20
3.2.2 Scenario 2 – externe straling vuilnis	20
3.2.3 Scenario 3 – besmetting via vuilnis	21
3.2.4 Scenario 4 – lozing in lucht	21
3.2.5 Scenario 5 – reststromen	21
3.3 Resumé	21
<b>4 Regelgeving</b>	<b>23</b>
4.1 Regelgeving Nederland	23
4.1.1 De Kernenergiewet en het Besluit stralingsbescherming	23
4.1.2 Dosisbeperkingen en -limieten	23
4.1.3 Vergunningen	24
4.1.4 De Aanbevelingen	24
4.2 Regelgeving buitenland	25
<b>5 Discussie en conclusies</b>	<b>27</b>
5.1 Discussie	27
5.2 Conclusies	29
<b>Literatuur</b>	<b>30</b>
<b>Bijlage 1 Instellingen met nucleaire therapie</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage 2 Afvalverbranding in Nederland</b>	<b>33</b>
<b>Bijlage 3 Uitgangspunten voor dosisschattingen</b>	<b>34</b>
<b>Bijlage 4 FANC - Richtlijnen meetpoort</b>	<b>35</b>

## **Samenvatting**

Bij de verbrandingsinstallatie voor huishoudelijk afval van HVCafvalcentrale te Dordrecht is sinds eind april 2008 een poortdetector operationeel waarmee radioactieve stoffen in afval kunnen worden opgespoord. In een jaar tijd zijn er tien alarmeringen geweest ten gevolge van de aanwezigheid van meer dan 1 MBq jodium-131 in huishoudelijk afval. Deze radioactieve stof wordt gebruikt in de nucleaire geneeskunde en bevond zich in incontinentiemateriaal en ander afval van patiënten die hiermee waren behandeld.

Regelgeving ten aanzien van het behandelen van patiënten met jodium-131 bevat een aantal bepalingen om blootstelling van derden aan straling tegen te gaan. Hierbij is wel rekening gehouden met katoenen luiers die gewassen worden, maar slechts in beperkte mate met incontinentiemateriaal voor eenmalig gebruik dat in huishoudelijk afval terecht komt.

Jodium-131 komt ook in andere landen voor in huishoudelijk afval. In België concentreert de regelgeving zich vooral op de afwikkeling van incidenten bij de afvalverwerking. In Duitsland wordt de verspreiding aan de bron bestreden door een algeheel verbod op poliklinische behandeling met jodium-131.

Als de waargenomen hoeveelheden jodium-131 representatief zijn voor Nederland en verplegers/verzorgers de normale hygiënische voorschriften in acht nemen, dan blijft de stralingsdosis voor derden waarschijnlijk beneden de daarvoor geldende limieten.

Om te mogen werken met radioactieve stoffen is een vergunning nodig. Verder is men verplicht om de stralingsdosis voor werknemers, patiënten en leden van de bevolking zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden. HVCafvalcentrale te Dordrecht heeft sinds januari 2009 een vergunning voor het in opslag houden van radioactieve stoffen die gesorteerd zijn uit huishoudelijk afval. Het ligt voor de hand dat ook de andere afvalverwerkers maatregelen zullen moeten treffen wegens de aanwezigheid van radioactieve stoffen in huishoudelijk afval.





# 1 Inleiding

## 1.1 Probleemschets

Sinds eind april 2008 controleert de afvalverwerkingsinstallatie van HVCafvalcentrale in Dordrecht de inkomende afvalstroom met gammadetectie-apparatuur. In enkele maanden tijd kwam het een tiental malen voor, dat het stralingsniveau zo hoog was, dat de VROM-Inspectie onderzoek instelde. De bronnen van straling in het afval van huishoudens bleken in veel gevallen hygiëneproducten, zoals inlegkruisjes, incontinentiemateriaal en urinekatheters, die gebruikt waren door patiënten die een nucleair geneeskundige behandeling hadden ondergaan met jodium-131 [1, 2, 3]. Van de radionucliden die gebruikt worden binnen de nucleaire geneeskunde, is jodium-131 het belangrijkste wat betreft de mogelijke stralingsdosis voor derden [4]. De VROM-Inspectie bevestigt dat frequent hoeveelheden radioactiviteit worden aangetroffen boven het vrijgave- en vrijstellingsniveau uit het Besluit Stralingsbescherming. Op grond van deze bevindingen bestaat bij het ministerie van VROM het vermoeden dat de praktijk van de nucleaire geneeskunde een afvalstroom tot gevolg heeft, waarvan niet op voorhand is voorzien dat deze tot een probleem zou leiden. Het voorkomen van deze nucliden in huishoudelijk afval beperkt zich waarschijnlijk niet tot de tot nu toe geconstateerde gevallen bij HVCafvalcentrale.

Lozingen van geneesmiddelen in het riool via de excreta van patiënten leiden in de praktijk niet tot onaanvaardbare inname door andere leden van de bevolking via drinkwater [5]. Voor *radioactieve* geneesmiddelen is dat niet anders, en dergelijke lozingen leiden evenmin tot onaanvaardbare blootstelling door externe bestraling [6]. De risico's van besmet incontinentiemateriaal zijn in Nederland echter niet eerder onderzocht.

Het voorhanden hebben van, het verrichten van handelingen met, en het zich ontdoen van radioactieve stoffen is verboden, tenzij men hiervoor een vergunning heeft, zoals beschreven in de Kernenergiewet en het Besluit Stralingsbescherming. In de vergunningen voor het behandelen van patiënten met radioactieve stoffen staat doorgaans dat moet worden gehandeld conform de Aanbevelingen 'Het werken met therapeutische doses radionucliden' (vanaf hier aangeduid als de Aanbevelingen), VROM (2005) [6]. Verder is men verplicht om de stralingsdosis zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden. Dit wordt aangeduid met ALARA<sup>1</sup>. Ten slotte moet gewaarborgd worden dat de stralingsdosis die werknemers en leden van de bevolking kunnen krijgen, beneden bepaalde grenzen blijft.

De vragen die in dit rapport geadresseerd worden, zijn:

- Kan de aanwezigheid van jodium-131 in afval van huishoudens en verpleeg- en verzorgings-  
tehuizen, leiden tot blootstelling van werknemers en leden van de bevolking waarmee tot op heden  
geen of onvoldoende rekening is gehouden?
- Volstaat de huidige regelgeving, inbegrepen de vergunningen en de Aanbevelingen, om te  
waarborgen dat de stralingsdosis voor werknemers en leden van de bevolking, beneden de limieten  
blijft?
- Zijn extra maatregelen mogelijk om de stralingsbelasting voor derden terug te dringen in het kader  
van het ALARA-beginsel?

---

<sup>1</sup> *As Low As Reasonably Achievable*

## **1.2 Leeswijzer**

Na de hierboven gegeven probleemschets, wordt in hoofdstuk 2 de verspreiding van jodium-131 via patiënten besproken. Vervolgens wordt de praktijk van deze therapieën behandeld aan de hand van informatie verkregen uit gesprekken. Dit hoofdstuk besluit met een beschrijving van wat bekend is over het vóórkomen van jodium in huishoudelijk afval.

In hoofdstuk 3 wordt een aantal blootstellingspaden beschreven die kunnen leiden tot een dosis voor derden. Voor blootstellingspaden waarmee geen rekening is gehouden in de Aanbevelingen, zijn scenario's opgesteld aan de hand waarvan een dosis voor derden wordt geschat.

Hoofdstuk 4 beschrijft in het kort welke wetten, regels en aanbevelingen er zijn om te waarborgen dat het werken met radionucliden in de nucleaire geneeskunde niet leidt tot ontoelaatbare blootstelling van werknemers, zorgverleners, en leden van de bevolking.

Hoofdstuk 5 bevat de discussie en de conclusies. In de discussie worden de feiten en onzekerheden besproken en in de conclusies worden de in paragraaf 1.1 vermelde vragen behandeld.

## 2 Verspreiding van jodium-131 via patiënten

### 2.1 Therapie met jodium-131

Nucleaire therapie met jodium-131 wordt gebruikt om schildklierweefsel, ook in de vorm van metastasen (uitzaaiingen) van schildkliercarcinomen, te verminderen of te verwijderen. Jodium-131 wordt ook gebruikt voor diagnostiek maar dat gebeurt dan ofwel in het kader van de therapeutische behandeling, ofwel met een relatief lage dosering.

Een fractie van het jodium dat de patiënt toegediend krijgt, bindt zich aan schildklierweefsel. Deze zogenoemde *uptake* varieert per patiënt. Voor hyperthyroïdie varieert de uptake tussen de 20% en 80% [6] en wordt in de regel bepaald voordat een therapeutische dosis wordt toegediend. Aan de hand hiervan wordt berekend, hoeveel moet worden toegediend om de gewenste dosering in het schildklierweefsel te verkrijgen. Van de fractie die niet wordt opgenomen in schildklierweefsel (de vrije fractie) scheidt de patiënt de eerste 24 uur na toediening circa 90% uit (de *snelle excretiefase*).

Patiënten die minder dan 400 MBq jodium-131 toegediend krijgen, mogen poliklinisch (ambulant) behandeld worden, mits aan een aantal voorwaarden is voldaan. Bij hogere doseringen mag de patiënt in de regel pas van de afdeling nucleaire geneeskunde ontslagen worden, nadat aan een aantal voorwaarden is voldaan. De opname dient in de meeste gevallen vooral de bescherming van derden tegen de blootstelling aan de straling van het jodium-131 in de patiënt.

In Bijlage 1 is een lijst opgenomen met alle zorginstellingen die in het Jaardocument Zorg over 2007 hebben gemeld dat zij therapie met jodium-131 uitvoeren. Deze lijst is aangevuld met twee academische instellingen die de betreffende gegevens voor het Jaardocument Zorg niet aanleverden. De behandelingen die worden uitgevoerd, verschillen per ziekenhuis. De meest voorkomende aandoeningen waarvoor therapie met jodium-131 wordt toegepast zijn hyperthyroïdie (4000–5000 behandelingen per jaar), schildkliercarcinomen (circa 1000 behandelingen per jaar) en grootstruma (enkele honderden behandelingen per jaar).

Hyperthyroïdie wordt in 75-80% van de gevallen veroorzaakt door de ziekte van Graves; voor het overige deel gaat het om multinodulair (toxisch) struma of toxisch adenoom. Graves wordt in 40-50% van de gevallen behandeld met jodium-131, waarbij de aanbevolen hoeveelheid 2 MBq per ml schildklierweefsel is [8, 9]; naar schatting gemiddeld 150 MBq per behandeling [10]. Voor een multinodulair struma wordt 4 MBq/ml aanbevolen; naar schatting gemiddeld 250 MBq per behandeling. Voor het toxische adenoom wordt 740 MBq aanbevolen. De behandeling vindt waarschijnlijk meestal poliklinisch plaats [11, 12, 13].

Voor schildkliercarcinomen is de primaire behandeling therapie met jodium-131 [9]. De incidentie is 2-4 per 100 000 inwoners per jaar. Er worden vier vormen onderscheiden:

- Papillair (voorkomen 60-65%, leeftijd 10-50 jaar).
- Folliculair (voorkomen 20-25%, leeftijd 30-70 jaar).
- Medullair (voorkomen 5-10%, leeftijd 5-60 jaar).
- Anaplastisch (voorkomen 5-10%, leeftijd >50 jaar).

Bij schildkliercarcinomen met metastasen wordt 3,4-7,4 GBq jodium-131 toegediend.

Als we ervan uitgaan dat de vrije fractie gemiddeld 50% is, dan zou bij *poliklinische* behandeling van hyperthyreoïdie met gemiddeld 160 MBq, de patiënt de eerste 24 uur gemiddeld ongeveer 70 MBq uitscheiden (90% van de vrije fractie).

De *klinische* patiënt gaat weliswaar gemiddeld met meer jodium naar huis (iets minder dan 400 MBq), maar de vrije fractie is al in het ziekenhuis uitgescheiden. Hierdoor scheiden deze patiënten thuis minder uit, namelijk ongeveer 24 MBq, verdeeld over meerdere dagen [14].

Patiënten die poliklinisch behandeld worden, verlaten de kliniek met een activiteit van (doorgaans) maximaal 400 MBq. Het stralingsniveau van deze patiënten is bij 400 MBq maximaal 20 microgray per uur op 1 m afstand gemeten op borsthoogte. Tijdens de snelle excretiefase bevindt de patiënt zich buiten de kliniek. Om het risico voor derden te beperken, is het poliklinisch behandelen aan de volgende beperkingen gebonden:

- Er mag geen sprake zijn van misselijkheid/braken;
- De patiënt is niet incontinent;
- De woning waar de patiënt verblijft, is aangesloten op het riool.

Als niet aan het bovenstaande is voldaan, moet de patiënt in principe worden opgenomen op de afdeling nucleaire geneeskunde. Bij deze patiënten wordt dagelijks het stralingsniveau gemeten op 1 m afstand gemeten op borsthoogte. Wanneer dit stralingsniveau is gedaald tot 20 microgray per uur<sup>1</sup>, mag de patiënt worden ontslagen, mits tevens aan een aantal andere voorwaarden is voldaan. Wat betreft de stralingsbescherming van derden is vooral de voorwaarde van belang dat de snelle excretiefase voorbij is.

De volgende voorwaarden gelden voor zowel klinische als poliklinische behandeling:

- De patiënt krijgt schriftelijk leefregels mee die mondeling worden toegelicht.
- Bij vervroegd ontslag of poliklinische behandeling van incontinentie patiënten (waaronder kleine kinderen behandeld met jodium-131-MIBG<sup>2</sup>) op medische of sociale gronden, geldt als instructie dat textiel direct thuis gewassen moet worden, en luiers frequent vervangen moeten worden.

Over wat er *na vervroegd ontslag* met luiers en overig besmet materiaal moet gebeuren, zijn de Aanbevelingen onduidelijk. In paragraaf 5.6.3 wordt namelijk alleen gesteld dat dit *wanneer de snelle excretiefase voorbij is* niet meer als radioactief afval wordt beschouwd en *direct bij voorkeur in een container voor huisvuil of anders in een vuilnisbak* dient te worden gedeponeerd. Onduidelijk is, wat er moet gebeuren wanneer de snelle excretiefase *niet* voorbij is, terwijl dat juist de omstandigheid is waarvoor in paragraaf 8.2.2. verwezen wordt naar paragraaf 5.6.3.

## 2.2 Incontinentie

Volgens de Gezondheidsraad lijden in Nederland 650 000 volwassenen aan incontinentie [15]. Dagelijks urineverlies komt voor bij 7% van de vrouwen onder de 65 jaar. Bij mannen onder de 65 jaar is het zeldzaam. Boven de 65 jaar komt dagelijks urineverlies bij 14% van de vrouwen en 5-7% van de mannen voor. Over de mate van urineverlies bij de verschillende vermelde vormen van incontinentie zijn geen gegevens gevonden.

---

<sup>1</sup> Dit komt overeen met een activiteit van ongeveer 400 MBq.

<sup>2</sup> Enkele tientallen patiënten per jaar in Nederland

## 2.3 De praktijk

De hoeveelheid jodium-131 die via incontinentiemateriaal in het huishoudelijk afval terecht komt, is uitgaande van gegevens over patiënten moeilijk in te schatten. Dit komt doordat een groot aantal factoren een rol speelt:

1. Het aantal behandelingen per jaar.
2. De hoeveelheid activiteit die de patiënten uitscheiden na ontslag uit het ziekenhuis; deze hangt af van
  - a. De toegediende hoeveelheid.
  - b. Door de patiënt opgenomen fractie (uptake).
  - c. De opnameduur van de patiënt.
3. De mate van incontinentie van de patiënt.
4. De aard van het incontinentiemateriaal.

Wat betreft punt 4 ging het in het verleden vooral om katoen, dat na gebruik gewassen werd. Het meeste incontinentiemateriaal dat tegenwoordig in de winkels ligt, is bedoeld voor eenmalig gebruik. Dit verklaart waarschijnlijk waarom in de Aanbevelingen weinig aandacht is gegeven aan mogelijke blootstelling via huishoudelijk afval.

Om na te gaan wat de praktijk is met betrekking tot deze factoren, is een vijftal gesprekken gevoerd met stralingsdeskundigen die de verantwoording hebben voor, of betrokken zijn bij nucleaire therapieën. Alle ziekenhuizen bevonden zich in de Randstad en er waren drie academische ziekenhuizen bij. Omdat het hier gaat om een verkennend onderzoek is geen representatieve selectie van ziekenhuizen getrokken.

Voordat een therapeutische dosis wordt toegediend, vindt in de regel een uptake-bepaling plaats. Dit gebeurde in elk van de bezochte ziekenhuizen. De patiënt krijgt een relatief kleine dosis jodium-131 en een gelijke hoeveelheid wordt in een fantoom geplaatst. Na enige tijd wordt ter plaatse van de schildklier van de patiënt en bij het fantoom het stralingsniveau gemeten. De verhouding geeft weer, welke fractie van het jodium in de schildklier wordt opgenomen.

Volgens de Aanbevelingen worden patiënten als regel niet ontslagen indien het stralingsniveau op 1 m afstand hoger is dan 20 microgray per uur. Wie de meting verricht varieert sterk per ziekenhuis. In het UMCU is de behandelende arts verantwoordelijk voor het ontslag en doet ook zelf de meting. Bij het Radboud UMC worden de stralingsmetingen gedaan door Medisch Nucleair werkers. Bij het Erasmus MC zijn het (onder andere) Medisch Nucleair Analytisch Assistenten (MNAA) die het stralingsniveau meten. In het Zaans Medisch Centrum ziet uitsluitend de nucleair geneeskundige (arts) de patiënt. Volgens de gesprekspartners wordt er in alle gevallen gemeten, ook bij hoeveelheden beneden 400 MBq, omdat de duur van de leefregels hiervan afhangt. Ontslag bij een stralingsniveau boven de 20 microgray per uur op 1 m gebeurt slechts bij uitzondering. In het UMCU werden in 2007 8 patiënten ontslagen bij een niveau boven de 20 microsievert per uur op een totaal van circa 200 patiënten. Het stralingsniveau lag wel altijd beneden 35 microgray per uur op 1 m. Overigens mag het UMCU volgens de vergunning bij een speciale groep patiënten ontslag verlenen met maximaal 750 MBq jodium-131 wat overeenkomt met 35 microgray per uur op 1 m. De patiënten zijn meestal oudere vrouwen, vaak alleenstaand en zonder kleine kinderen. In de uitzonderingsgevallen vond ontslag om sociale redenen plaats.

Op het Erasmus MC (locaties Dijkzigt en Daniël de Hoed) werden in 2007 32 patiënten vervroegd ontslagen. Het stralingsniveau van deze groep was gemiddeld 24,6 en maximaal van 40 microgray per uur op 1 m. De laatste patiënt weigerde na 2 nachten nog langer te blijven. Vervroegd ontslag gebeurt om medische of sociale en heel soms om logistieke reden. Een voorbeeld van het laatste is, dat de

patiënt wordt ontslagen van de therapieafdeling om plaats te maken voor een andere, spoedeisende patiënt.

Bij het Radboud UMC vonden in 2007 213 poliklinische (< 400 MBq) en 129 klinische (> 400 MBq) behandelingen met jodium-131 plaats. Een deel van de klinische behandelingen (circa 50 stuks) betreft carcinomen, waarvoor 4–7 GBq wordt toegediend. In totaal werd circa 500 GBq toegediend. Vervroegd ontslag komt 1 à 2 maal per jaar voor. De klinische patiënten blijven minimaal 24 uur op de afdeling Nucleaire Geneeskunde; daarna volgt dagelijks een meting tot het ontslagniveau van 20 microgray per uur op 1 m bereikt is.

Bij Meander MC lijkt de bepaling in de vergunning aangaande vervroegd ontslag beduidend strenger dan die in de Aanbevelingen. In deze vergunning wordt namelijk gesteld dat de patiënt de ruimte niet mag verlaten tot aan de ontslagcriteria is voldaan *tenzij zich een levensbedreigende situatie voordoet*. De Aanbevelingen laten vertrek echter toe wanneer de *psychische of lichamelijke conditie van de patiënt daartoe aanleiding geeft (paragraaf 8.1)*, mits de behandeling en de redenen van afwijken in het logboek beargumenteerd worden. Bij Meander MC meent men in overtreding te zijn, wanneer een patiënt met meer dan 20 microgray per uur op 1 m naar huis gaat. Bij Erasmus MC echter, werd benadrukt dat men een patiënt die beslist naar huis wil, niet kan vasthouden. Een commissie van de NVNG beraadt zich momenteel over een herziening van de Aanbevelingen waarin weigering van de patiënt en logistiek toegevoegd zouden worden als redenen voor ontslag.

Gegeven het feit dat de bezochte ziekenhuizen geen representatieve selectie voor heel Nederland vormen, is het bovenstaande geen garantie dat vervroegd ontslag weinig voorkomt. Als weigering van de patiënt of logistiek in andere delen van Nederland aanleiding zou zijn om patiënten vervroegd te ontslaan dan zijn in theorie activiteiten tot 7 GBq in incontinentiemateriaal denkbaar. Hiervoor zijn echter geen aanwijzingen gevonden.

Bij alle vijf de ziekenhuizen is gevraagd hoe men omgaat met incontinentie patiënten. Gebleken is, dat in geen van deze vijf, systematisch wordt bijgehouden of een patiënt incontinent is. Van klinische patiënten wordt in sommige ziekenhuizen aangenomen dat het verplegend personeel op de hoogte is van de situatie en dat men bij het toelichten van de leefregels hier wel op ingaat. Bij poliklinische patiënten is in de vijf bezochte ziekenhuizen over incontinentie echter niets bekend. Redenen voor het niet vragen naar incontinentie zijn plaatsvervangende schaamte bij het personeel en de veronderstelling dat de patiënt het niet altijd zal toegeven. Daar komt bij dat incontinentie vele gradaties kent, en de Aanbevelingen niet specificeren bij welke mate van incontinentie poliklinische behandeling verboden is.

Tijdens de gesprekken werd ten slotte een aantal malen de zorg uitgesproken dat de regeldruk van de overheid zou leiden tot het onmogelijk maken van de gebezigde vormen van therapie. Voor de patiënt zou niet behandelen een groot risico inhouden wat afgewogen zou moeten worden tegen het risico van een stralingsdosis voor derden. Daarnaast werden inspectiebezoeken ter discussie gesteld waarbij in het streven naar ALARA te veel nadruk op *Low* en te weinig op *Reasonably Achievable* zou worden gelegd.

## 2.4 Jodium-131 in huishoudelijk afval

Ongeveer 90% van het huishoudelijke afval wordt verbrand en 7% gestort (gegevens 2005) [16]. In 2007 werd 84310 ton huishoudelijk afval en 24 ton niet specifiek ziekenhuisafval gestort en 2868 kiloton (grof) huishoudelijk afval verbrand in 10 verbrandingsinstallaties [17]. Bijlage 2 toont een overzicht van de verdeling van het huishoudelijk afval tussen de tien verbrandingsinstallaties.



Tabel 1 Poortalarmen bij HVCafvalcentrale te Dordrecht door jodium-131 in huishoudelijk afval.

Datum detectie bij HVCafvalcentrale	Activiteit jodium-131 (MBq)
2008-05-02	5,3
2008-05-09	1,4
2008-06-04	8,0
2008-06-06	4,3
2008-06-19	6,3
2008-08-27	32,0
2008-10-28	1,4
2008-11-07	1,8
2008-11-14	9,3
2008-12-02	0,1
2009-03-02	2,0

Buiten de reikwijdte van dit rapport, maar wel het vermelden waard is dat volgens informatie van de VROM-Inspectie, in het bij de afvalverbranding van HVCafvalcentrale te Dordrecht aangeleverde huishoudelijk afval, naast jodium-131 ook radium-226 met vervalproducten, jodium-123, gallium-67 en technetium-99m zijn aangetroffen. De laatste drie nucliden werden aangetroffen in containers met niet-specifiek ziekenhuisafval (huishoudelijk afval van ziekenhuizen). Deze nucliden worden ook in de nucleaire geneeskunde toegepast. Het radium-226 werd geïdentificeerd vanaf de buitenkant van een vuilniswagen. Het jodium-131 in het huishoudelijk afval zat in de meeste gevallen in incontinentiemateriaal, inlegkruisjes, stomazakjes en urinekatheters.

In Tabel 1 staan data en activiteiten van alle ladingen huishoudelijk afval die na een poortalarm bij HVCafvalcentrale te Dordrecht bij nader onderzoek jodium-131 bleken te bevatten. Het betreft poortalarmen door huishoudelijk afval (dus niet van ‘niet specifiek ziekenhuisafval’) die bij de VROM-Inspectie zijn gemeld vanaf het in gebruik nemen van de detectiepoort eind april 2008 tot en met begin maart 2009. Poortalarmen die, bij controle door medewerkers van HVCafvalcentrale met een handmonitor, een maximaal stralingsniveau hadden van minder dan 0,5 microsievert per uur zijn niet bij de VROM-Inspectie gemeld en niet nader onderzocht. Uit één lading huishoudelijk afval kunnen meerdere stralende voorwerpen gesorteerd worden. De opgegeven activiteit heeft betrekking op de totale activiteit van de gesorteerde voorwerpen. Naast de gesorteerde voorwerpen was er vaak ook licht radioactief besmet huishoudelijk afval aanwezig. Figuur 1 toont twee foto's van stralingsmetingen die verricht worden aan het oppervlak van een afvalcontainer en een zak met afval.



Figuur 1 Stralingsmeting aan het oppervlak van een container en een zak met afval.



Het aantal alarmen in deze periode kan onder andere zijn beïnvloed door de volgende twee factoren:

- In de periode mei 2008 tot april 2009 is er een periode met een beperkte beschikbaarheid van jodium-131 geweest doordat de Hoge Flux Reactor (HFR) te Petten langer uit bedrijf is geweest dan gepland.
- Mogelijk zijn ziekenhuizen ten gevolge van publiciteit over de aanwezigheid van radioactief jodium in huishoudelijk afval en belangstelling van de VROM-Inspectie al terughoudender geworden met poliklinisch behandelen en vervroegd ontslag van incontinentie patiënten.

Ten slotte dient te worden opgemerkt dat significante hoeveelheden jodium-131 de poort kunnen passeren zonder een alarm te genereren of te worden uitgezocht, wanneer de activiteit wordt afgeschermd door omringend vuilnis.

In onze buurlanden België en Duitsland is men al langer bekend met het vóórkomen van medische nucliden in huishoudelijk afval, afkomstig van ontslagen patiënten.

Bij het Duitse *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit* (BMU) zijn problemen zoals geconstateerd bij de HVCafvalcentrale in Dordrecht ook bekend. In Hamburg bevindt zich ook een verbrandingsinstallatie die uitgerust is met poortdetectoren en deze zou regelmatig alarmeringen genereren. In het Jaarrapport van de BMU worden een zestal incidenten beschreven met jodium-131 in huishoudelijk afval, afkomstig van patiënten. Aan deze incidenten zouden geen radiologische gevolgen verbonden zijn [18]. Wel heeft men in Duitsland te maken met wat men *jodiumtoerisme* noemt. Mede door de lange opnameduur, zijn er in Duitsland wachtlijsten voor therapie met jodium-131. Particulier verzekerde patiënten die snel geholpen willen worden of 48 uur opname willen vermijden, laten zich in België, Nederland, Luxemburg of Frankrijk poliklinisch behandelen. Deze patiënten komen nog dezelfde dag terug, en veroorzaken alarmeringen bij Duitse rioolwaterzuiveringsinstallaties en huisvuilverbrandingsinstallaties. Hetzelfde verschijnsel zou in Roemenië worden waargenomen door patiënten die zich in Hongarije poliklinisch laten behandelen.

Ook bij het Belgische Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) is men bekend met het verschijnsel van radioactiviteit van nucleair geneeskundige oorsprong in huishoudelijk afval. Een groot aantal huisvuilverbrandingsinstallaties in België zou inmiddels voorzien zijn van detectieapparatuur. De website van het FANC meldt hierover: *‘Kortlevend medisch afval: het kan hier gaan om luiers, lakens, maandverbanden, enz....gebruikt door patiënten die radioactieve stoffen toegediend hebben gekregen voor het stellen van een diagnose of voor een behandeling. De radionucliden die hierbij gebruikt worden, zijn kortlevende radionucliden (bijvoorbeeld jodium-131 of technetium-99m) en hun radioactieve eigenschappen verzwakken na een relatief korte tijd. Dit medisch afval vertoont ook vaak een biologisch of chemisch gevaar, onafhankelijk van zijn radioactiviteit. Het wordt teruggevonden hetzij in het ziekenhuisafval zelf, hetzij in het huishoudelijk afval (in dat laatste geval is het afkomstig van ambulante patiënten die huiswaarts zijn gekeerd nadat ze een onderzoek of een klinische behandeling hebben ondergaan). Er kan soms ook jodium-131 worden teruggevonden in het slib van waterzuiveringstations. Ook kan het gebeuren dat het alarm van de meetpoort afgaat doordat bijvoorbeeld de bestuurder van het voertuig dat langs de poort passeert, kort daarvoor een dergelijk onderzoek of behandeling met radioactieve stoffen in een ziekenhuis heeft ondergaan.’* [19]. Figuur 2 toont een detectiepoort zoals deze in België zijn opgesteld [19].

Bij de eerste detectiepoorten die in België bij huisvuilverbrandingsinstallaties werden geïnstalleerd, was het alarmniveau in eerste instantie zo afgeregeld dat er 10–20 alarmen per dag plaatsvonden. Aangetroffen werden materialen als maandverband, inlegkruisjes, kauwgom en kattenbakvulling. Vanwege het feit dat jodium zich niet alleen in de schildklier en melkklieren, maar ook in speekselklieren ophoopt, wordt patiënten in België aangeraden kauwgom te gebruiken opdat het speeksel voor versnelde afvoer van jodium zorgt. Naar verluid is het voorgekomen, dat één stukje kauwgom in het midden van een vuilniswagen tot een alarm leidde. Kattenbakvulling kan jodium-131 bevatten doordat er (althans in België) katten hiermee behandeld worden voor afwijkingen aan hun schildklier. Uit pragmatisch oogpunt heeft het FANC uiteindelijk besloten om de alarmdrempels omhoog bij te stellen en het personeel bij de afvalverwerkingen op te leiden in het toepassen van een beslissingsschema. Dit behelst ondermeer een bepaling met een eenvoudige gammaspectrometer waarmee bepaald kan worden of het om medische nucliden, NORM<sup>1</sup>, dan wel andere nucliden gaat en wat het stralingsniveau is. Voor het beslissingsschema wordt verwezen naar de publicatie in het Belgisch Staatsblad die geheel is opgenomen in Bijlage 4. In het geval van aantreffen van kortlevende medische nucliden zoals jodium-131 en technetium-99m, wordt het afval tijdelijk opgeslagen in een ‘geïsoleerd vat’ tot de activiteit beneden een bepaald niveau is gedaald waarna het alsnog verbrand of gestort mag worden<sup>2</sup>. Ten slotte heeft het FANC met het NIRAS (de Belgische tegenhanger van de COVRA) een convenant afgesloten waardoor het mogelijk werd dat radioactief afval, ook wanneer de oorspronkelijke eigenaar niet te achterhalen was, door het NIRAS kan worden verwerkt. Om de kosten hiervan te dekken is een zogeheten insolubiteitsfonds ingesteld.

Het aantreffen van jodium-131 in huishoudelijk afval komt in Duitsland dus incidenteel voor, terwijl het in België zeer frequent optreedt. Het Duitse BMU verklaart dit door het verschil in regelgeving (zie verder paragraaf 4.2).



**Figuur 2 Meetpoort voor detectie van radioactief materiaal. Bron: FANC.**

<sup>1</sup> NORM: *Naturally occurring Radioactive Materials* (natuurlijke radionucliden)

<sup>2</sup> Inmiddels is een soortgelijke regeling getroffen in Nederland met HVCafvalcentrale via een vergunning kernenergiewet, zie paragraaf 4.1.3.



## 3 Blootstellingspaden

In dit hoofdstuk wordt een aantal blootstellingspaden beschreven die kunnen leiden tot een dosis voor derden. Voor blootstellingspaden door incontinentiemateriaal in huishoudelijk afval, waarmee geen rekening is gehouden in de Aanbevelingen, zijn scenario's opgesteld aan de hand waarvan een dosis voor derden wordt geschat.

### 3.1 Blootstellingspaden genoemd in de Aanbevelingen

Dat patiënten na nucleair geneeskundige therapie radioactiviteit bij zich dragen en dat derden hieraan worden blootgesteld, is onderkend in de berekeningen die ten grondslag liggen aan de Aanbevelingen. Met kortstondig en incidenteel contact met patiënten die het ziekenhuis hebben verlaten, bijvoorbeeld tijdens de reis naar huis is beschreven. Bijlage IV van de Aanbevelingen bevat enkele berekeningen van de gecumuleerde effectieve dosis voor huisgenoten van patiënten bij een constant verblijf in de nabijheid van de patiënt en 'helpers'. Onder helpers worden personen verstaan die geen professionele hulpverleners zijn en willens en wetens patiënten bijstaan die behandeld zijn met radionucliden.

### 3.2 Scenario's voor blootstelling via incontinentiemateriaal

Uit een screening van de in Bijlage IV van de Aanbevelingen vermelde literatuur volgt, dat belastingpaden via besmet incontinentiemateriaal niet zijn meegenomen. De reden hiervoor is dat poliklinische patiënten niet incontinent geacht worden te zijn. Daarom is in dit hoofdstuk voor deze blootstellingspaden een aantal scenario's opgesteld aan de hand waarvan een dosis voor derden wordt geschat. Het gaat hierbij in het bijzonder om personen die niet op de hoogte zijn van de aanwezigheid van radioactiviteit.

Personen die een stralingsdosis zouden kunnen ontvangen ten gevolge van de aanwezigheid van besmet incontinentiemateriaal zijn:

- Verplegers/verzorgers en schoonmakers in tehuizen en in de thuiszorg die onder anderen incontinentiemateriaal opruimen en katheterzakken wisselen.
- Personeel bij verbrandingsinstallaties, bijvoorbeeld chauffeurs/bedieners van shovels, personen die in aanraking komen met bodemas of vliegas.
- Personen die in de nabijheid van vuilnis komen, zoals vuilnisophalers en chauffeurs van vuilniswagens en daardoor meerdere uren per jaar in de nabijheid van besmet incontinentiemateriaal kunnen verkeren, tot op een afstand van 1 m.
- Omwonenden van en consumenten van landbouwproducten uit de omgeving van afvalverbrandingsinstallaties in geval van emissie van jodium via de schoorsteen.

De afvalverwerking in verpleeghuizen en woonzorgcentra is beschreven in de richtlijnen van de Stichting Werkgroep Infectiepreventie (WIP) [20]. De Inspectie van de Gezondheidszorg (IGZ) beschouwt deze richtlijnen als professionele standaarden. De werkgroep schrijft hierin: *'Onder huishoudelijk afval vallen, behalve wat algemeen als huishoudelijk afval wordt gezien ook incontinentiemateriaal, verband, katheterzakken en urineverzamelzakken (mits deze leeg zijn) en sputumopvangzakken'*. Onder 'Afvalverwerking in de thuissituatie' stelt de werkgroep: *'Gebruikt verband, incontinentiemateriaal en disposable verpleegartikelen kunnen op normale wijze via het huisafval worden afgevoerd'*.

Andere voorschriften gelden voor ‘Specifiek ziekenhuisafval’, waaronder scherpe voorwerpen zoals injectienaalden, afgeknipte capillairen, scalpels, niet-gesteriliseerde kapotte instrumenten en bloedbuizen vallen. Dit afval (inclusief uit dierenartspraktijken) gaat uiteindelijk naar de ZAVIN in Dordrecht, de enige verbrandingsinstallatie in Nederland die dit type ziekenhuisafval mag verwerken [21].

Hieronder volgen vijf scenario’s aan de hand waarvan een dosis voor derden wordt berekend. Voor de activiteit waarmee gerekend is, is een rond getal gekozen. In paragraaf 5.1 worden alternatieven en consequenties bediscussieerd. Per scenario zijn de uitgangspunten in detail vermeld in Bijlage 3.

### **3.2.1 Scenario 1 – verpleging/verzorging**

In een verpleegtehuis of verzorgingshuis wordt één patiënt die een behandeling heeft ondergaan met jodium-131 en incontinent is, drie weken lang door één verpleger/verzorger driemaal daags verschoond. De patiënt heeft aanvankelijk 400 MBq jodium-131 in het lichaam. De luiers worden afgevoerd en in een afvalton gedeponereerd. Deze ton wordt twee keer per week geleegd, en is 2 m verwijderd van een kantoorplek. Van de eerste luier wordt aangenomen dat deze een activiteit van 10 MBq jodium-131 bevat. Volgende luiers bevatten minder activiteit door de excretie en het verval.

A: wat is de dosis die een kantoormedewerker in het verpleegtehuis of verzorgingshuis kan oplopen door externe straling vanuit de afvalton? Antwoord: 0,029 mSv (limiet: 1 mSv).

B: wat is de dosis voor verplegend/verzorgend personeel?

De dosis door externe straling bij het vasthouden van de luiers levert in totaal maximaal 4 microsievert, ofwel 0,004 mSv (limiet: 1 mSv).

Bij besmetting is de huiddosis per keer 0,14 microsievert, ofwel 0,00014 mSv (limiet: 50 mSv).

In de Aanbevelingen wordt aangenomen dat in de thuissituatie, maximaal 0,01%<sup>1</sup> van de activiteit via urine wordt overgedragen naar huisgenoten. Bij toepassing van de leefregels betreffende toilethygiëne zou de inwendige besmetting veel lager worden [6]. Het lijkt daarom aannemelijk dat een dergelijk hoge overdracht naar verzorgers/verplegers alleen mogelijk is wanneer dezen niet de normale hygiënische voorschriften (gebruik van handschoenen bij hanteren van incontinentiemateriaal, handen wassen voor het eten, etc.) in acht nemen. Bij het verwisselen van katheterzakken lijkt het aannemelijker dat deze overdracht gerealiseerd wordt, maar ook dan alleen bij niet in acht nemen van hygiënische voorzorgsmaatregelen. Bij een overdracht van 0,01% urine is de ingestiedosis voor verplegend/verzorgend personeel berekend op 0,17 mSv (limiet: 1 mSv).

### **3.2.2 Scenario 2 – externe straling vuilnis**

Het afval van het verpleegtehuis, verzorgingshuis of een woonhuis waar een patiënt wordt verpleegd, wordt afgevoerd in vuilniswagens.

Wat is de dosis door externe straling die opgelopen kan worden door de chauffeur van de vuilniswagen?

De afvalton uit scenario 1 bevat maximaal circa 60 MBq jodium-131. We nemen aan dat de inhoud in één vuilniszak terechtkomt. De vuilniszak bevindt zich 1 m achter de bestuurdersstoel. De dosis door externe straling, bedraagt ongeveer 0,032 mSv bij één rit van acht uur. Als de chauffeur twee keer een dergelijk lading heeft, loopt hij een dosis op van circa 0,065 mSv (limiet: 1 mSv).

---

<sup>1</sup> Dit is ongeveer twee druppels op een liter.

### 3.2.3 Scenario 3 – besmetting via vuilnis

Bij het inladen van de vuilniswagen scheurt een vuilniszak; de vuilnisman komt in aanraking met een deel van de inhoud. Wat is de dosis die deze vuilnisman kan oplopen?

Als de vuilnisman in aanraking komt met één luier - waarin 10 MBq jodium-131 - en de overdrachtsfactor is ook hier 0,01%, dan bedraagt de ingestiedosis 0,022 mSv (limiet: 1 mSv).

### 3.2.4 Scenario 4 – lozing in lucht

In een verbrandingsinstallatie wordt onder meer incontinentiemateriaal met jodium-131 verbrand. De dosis door inhalatie en ingestie is berekend, uitgaande van de hypothese dat ondanks de aanwezigheid van een gaswasinstallatie 10 MBq per dag uit een schoorsteen van 80 m hoogte gebonden aan aerosolen ontsnapt.

Berekening van deze dosis met het ketenmodel KREM, waarbinnen het verspreidingsmodel OPS wordt gebruikt, levert voor omwonenden en consumenten van landbouwproducten, volgens de regels die gelden bij vergunningverlening DOVIS-A, een dosis van 3 nanosievert, ofwel 0,000003 mSv [22, 23]

### 3.2.5 Scenario 5 – reststromen

Uit Japans onderzoek met een experimentele verbrandingsinstallatie blijkt dat jodium-131 in de vorm van NaI en MIBG voor een relatief klein deel (0,1%–20%) in bodem- en vlieggas wordt teruggevonden [24]. Deze experimentele verbrandingsinstallatie beschikt echter niet over een rookgasreinigingsstraat. Alle vuilverbrandingen in Nederland hebben wel een dergelijke straat met een aantal reinigingsstappen om vlieggas, dioxines, zware metalen, en zure gasen zoals HF en HCl af te vangen [25]. Vooral de zure en natte gaswassing (de venturiwassing) gevolgd door de pH-neutrale natte wassers is effectief bij het uitwassen van HF en HCl. Het is aannemelijk dat het chemisch met chloride en fluoride verwante jodide HI zich op dezelfde manier laat uitwassen. Mocht jodide in een organisch gebonden vorm in de afvalverbrandingsovens terecht komen dan zou er wellicht het vluchtige jodium ( $I_2$ ) gevormd worden. Door de verdunning in de verbrandingsgassen is dit echter niet erg aannemelijk. De vorming van jodaat ( $IO_3^-$ ) in de gaswassing is geen probleem daar jodaat minder vluchtig is dan jodide. Als jodium in de vorm van jodide wordt afgevangen, dan zal jodaat zeker worden afgevangen.

Het jodium bevindt zich dus waarschijnlijk deels in het restwater van de gaswassing en deels in slak, bodem- en vlieggas. Metingen van de radioactiviteit ter plaatse kunnen hier mogelijk duidelijkheid over geven. Dit zou aanleiding kunnen geven voor scenario's, zoals blootstelling tijdens vervoer van een radioactieve reststroom zoals slak, bodem- en vlieggas, en het verblijven in de nabijheid van afvalwater of bezinksel daaruit. Scenario's voor blootstelling kunnen alleen worden opgesteld met kennis van de actuele activiteiten en processen en blijven daarom buiten beschouwing.

## 3.3 Resumé

In de vijf hierboven beschreven scenario's komt de dosis voor de verzorger/verpleger als hoogste uit de bus met éénzesde van de dosislimiet voor werknemers. Externe straling uit een afvalton leverde 3% van de dosislimiet voor werknemers op een zitplek op 2 m afstand van de ton. De chauffeur van een vuilniswagen kwam tot 6,5%. Omdat over stralingsniveau's in afvalverbrandingsinstallaties te weinig bekend was, zijn geen berekeningen gedaan voor eventuele blootstelling daaraan.

Uitgangspunten bij de berekeningen waren: 10 MBq in een luier, 60 MBq in een vuilniszak en een overdracht voor ingestie van urine van 0,01%.



## 4 Regelgeving

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke wetten, regels en aanbevelingen er zijn om te waarborgen dat het werken met radionucliden in de nucleaire geneeskunde niet leidt tot ontoelaatbare blootstelling van werknemers, zorgverleners, en van leden van de bevolking.

### 4.1 Regelgeving Nederland

#### 4.1.1 De Kernenergiewet en het Besluit stralingsbescherming

In Nederland wordt de veilige toepassing van bronnen van ioniserende straling geregeld via de Kernenergiewet (KeW), die op 1 januari 1970 in werking is getreden. Kenmerkend voor de KeW is het preventieve overheidstoezicht, uitgeoefend via een stelsel van vergunningen.

Op 1 maart 2002 is het Besluit stralingsbescherming in werking getreden. Het besluit bevat maatregelen om werknemers en leden van de bevolking te beschermen tegen de gevaren van ioniserende straling. Zo stelt het normen en reguleert de meldings- en vergunningplicht voor het werken met (radioactieve) bronnen waarbij straling vrijkomt. Het besluit implementeert twee richtlijnen van de Europese Unie: 96/29/Euratom en 97/43/Euratom. De eerste richtlijn voorziet in bescherming van de gezondheid van de bevolking en werknemers tegen de gevaren van ioniserende straling. De tweede EU-richtlijn beschermt personen tegen de gevaren van ioniserende straling bij medische blootstelling.

In het Besluit stralingsbescherming staat onder andere dat het verboden is, radioactieve stoffen voorhanden te hebben, handelingen te verrichten met radioactieve stoffen of zich ontdoen van radioactieve stoffen, tenzij ofwel de activiteitsconcentraties, ofwel totale activiteiten beneden bepaalde grenzen blijven, ofwel men een vergunning heeft. Voor jodium-131, het meest gebruikte nuclide in de nucleaire geneeskunde, geldt bijvoorbeeld een grenswaarde van 0,1 kBq/g voor de activiteitsconcentratie en van 1 MBq voor de totale activiteit.

#### 4.1.2 Dosisbeperkingen en -limieten

Bij medische toepassingen van straling is stralingsdosis voor de patiënt niet gebonden aan een limiet. Als het gaat om therapeutische toepassingen, is dit omdat de straling zelf het medicijn is. Dit laat onverlet dat dit medicijn ongewenste bijwerkingen kan hebben. Daarom geldt voor de dosis die patiënten ontvangen, wel een aantal andere principes uit de stralingsbescherming, te weten *rechtvaardiging* en *optimalisatie*. Deze principes gelden zowel voor diagnostische toepassingen van straling als voor therapie.

Voor familieleden en ‘helpers’ van patiënten gelden ook geen dosislimieten maar zogenoemde *dosisbeperkingen* per behandeling. Deze bedragen voor kinderen t/m 10 jaar 1 millisievert, voor personen boven de 60 15 millisievert en voor de overige familieleden en ‘helpers’ 3 millisievert in een kalenderjaar.

Voor alle andere personen gelden wel limieten. Het Besluit Stralingsbescherming kent verschillende limieten voor leden van de bevolking, werknemers en ‘blootgestelde werknemers’. De laatste categorie betreft alleen een beperkte groep die met radioactiviteit werken en daarvoor passend zijn opgeleid. De limieten die voor gewone werknemers gelden, zijn in één kalenderjaar een effectieve dosis van 1 millisievert, een dosis op de oogleden van 15 millisievert en een huiddosis van 50 millisievert voor iedere cm<sup>2</sup>. Voor inwendige besmetting wordt de effectieve volgdosis toegewezen aan het jaar van inname.



Voor leden van de bevolking geldt als limiet 0,1 millisievert per bron (1 millisievert voor alle bronnen samen) per jaar.

#### 4.1.3 Vergunningen

Instellingen waar nucleair geneeskundige therapie plaatsvindt, hebben een vergunning waarin wordt vermeld hoeveel radioactieve stof de instelling voorhanden mag hebben, welke handelingen ermee verricht mogen worden en hoe men zich ervan mag ontdoen. In het geval van nucliden die gebruikt worden voor nucleair geneeskundige therapie zijn er twee routes.

Voor ziekenhuizen geldt dat met radioactieve stoffen besmet materiaal zoals spuitjes, tissues, urinekatheters, behandeld moet worden als radioactief afval. De vergunninghouder moet voldoen aan criteria ten aanzien van onder andere de activiteit in en het stralingsniveau aan het oppervlak van de containers met afval. Ook voor het afvalwater, dat in de regel op het riool wordt geloosd, gelden limieten.

De tweede route loopt via de patiënt. Via deze route verlaat veruit de grootste hoeveelheid radionucliden het ziekenhuis. Patiënten die behandeld zijn met jodium-131, mogen het ziekenhuis verlaten wanneer het stralingsniveau op 1 m afstand niet meer is dan 20 microgray, wat overeenkomt met een activiteit van 400 MBq. Deze waarde ligt een factor 400 boven het vrijgave- en vrijstellingsniveau. Nadat de patiënt het ziekenhuis verlaten heeft, vallen de radionucliden in het lichaam van de patiënt niet meer onder de vergunningslimieten van het ziekenhuis. In een vergunning is dit als volgt omschreven: *‘eventuele lozingen in water buiten de locatie, door patiënten die zijn behandeld met open bronnen worden door de ondernemer geschat en geregistreerd. Deze lozingen hoeven niet te worden opgeteld bij de lozingen direct vanuit de locatie en behoeven ook niet te worden getoetst aan de totale vergunde hoeveelheden voor lozingen’*. Opmerkelijk is, dat hier alleen sprake is van lozingen in water, en dus niet van meegeven met het huisvuil.

Als gevolg van het aantreffen van jodium-131 in afval heeft ook HVCafvalcentrale te Dordrecht een vergunning kernenergiewet aangevraagd en gekregen voor de opslag van radioactieve stoffen die afkomstig zijn uit het door derden bij de HVCafvalcentrale aangevoerde afval [26, 27].

#### 4.1.4 De Aanbevelingen

Zoals al enkele malen in dit rapport is vermeld, zijn de algemene regels ten aanzien van het werken met therapeutische doses radionucliden vastgelegd in de Aanbevelingen opgesteld in 2004 door een werkgroep van de ministeries van VROM en SZW en van de NVNG [6]. Deze aanbevelingen hebben, in tegenstelling tot de vergunning, op zich geen wettelijke status, maar het werken volgens de Aanbevelingen wordt in de vergunningen als regel geëist in de zin: *wanneer therapeutische behandelingen plaatsvinden, wordt gehandeld conform de Aanbevelingen ‘Het werken met therapeutische doses radionucliden – 2005’*. Uitzonderingen zijn enkele oudere vergunningen (bijvoorbeeld die van Erasmus MC) waarin wordt verwezen naar één van de voorlopers van dit document.

## 4.2 Regelgeving buitenland

De ontslagcriteria en de voorwaarden voor poliklinische (ambulante) therapie met jodium-131 variëren per land. Een internationale werkgroep van de HERCA<sup>1</sup> onder de naam EUNETMED<sup>2</sup> heeft zich recent bezig gehouden met het maken van een overzicht van deze regels zoals die in verschillende EU-landen gelden. Uit dit (nog zeer onvolledige) overzicht valt op te maken dat Noorwegen en Zweden alleen zeer algemene regels zoals dosisbeperkingen voor gezinsleden hanteren, zoals vastgelegd in [28], en de verantwoordelijkheid om deze te waarborgen bij het ziekenhuis neerleggen. In België, Roemenië, Duitsland, Litouwen, Hongarije, Frankrijk, Nederland en het Verenigd Koninkrijk zijn wel regels vastgelegd op nationaal niveau. In Roemenië en Duitsland zijn poliklinische behandelingen verboden. In Hongarije en Frankrijk is dit toegestaan beneden 550 respectievelijk 740 MBq, in Litouwen en Nederland beneden 400 MBq. Het stralingsniveau bij ontslag varieert eveneens per land en correspondeert doorgaans met de activiteitsgrens voor poliklinische behandeling. In Duitsland bijvoorbeeld mag de patiënt pas naar huis bij een stralingsniveau van 3,5 microsievert per uur, gemeten op een afstand van 2 m, wat correspondeert met een totale activiteit van ongeveer 280 MBq tegenover 400 MBq in Nederland.

---

<sup>1</sup> HERCA = Heads of European Radiation Control Authorities

<sup>2</sup> EUNETMED is één van de werkgroepen van HERCA: WG3, New medical techniques and patient release



## 5 Discussie en conclusies

### 5.1 Discussie

In hoofdstuk 3 zijn vijf scenario's onderscheiden die kunnen leiden tot een dosis voor derden, niet zijnde familieleden of helpers. De dosis voor de verzorger/verpleger komt hierin als hoogste uit de bus met éénzede van de dosislimiet voor werknemers. Externe straling uit een afvalton leverde 3% van de dosislimiet voor werknemers op een zitplek op 2 m afstand van de ton. De chauffeur van een vuilniswagen kwam tot 6,5% van de limiet. De dosis voor omwonenden en consumenten van landbouwproducten uit de omgeving van een afvalverbrandingsinstallatie is berekend op 0,003% van de limiet. Omdat over stralingsniveau's in de afvalverbrandingsinstallaties zelf te weinig bekend was, zijn geen berekeningen gedaan voor eventuele blootstelling daaraan.

De meest onzekere factoren in bovenstaande scenario's zijn de overdrachtsfactor voor ingestie van urine en de activiteit die de patiënt na verlaten van het ziekenhuis in een dag uitscheidt. Uitgangspunten bij de berekeningen waren: 10 MBq in de eerste luier, 60 MBq in een vuilniszak en een overdracht voor ingestie van urine van 0,01%. De overdrachtsfactor lijkt aan de hoge kant, wat een conservatieve schatting oplevert. Een activiteit van 10 MBq zou strikt genomen niet in huishoudelijk afval mogen voorkomen, maar gelet op de activiteiten in het aangetroffen incontinentiemateriaal en het feit dat er in de vijf bezochte ziekenhuizen niet gevraagd werd naar incontinentie, lijkt dit een reëel uitgangspunt.

Zoals besproken in hoofdstuk 2, zou een patiënt die poliklinisch behandeld is, gemiddeld de eerste 24 uur 70 MBq uitscheiden. Theoretisch zou zelfs tot 300 MBq mogelijk zijn in geval van een poliklinisch behandelde patiënt met een lage uptake. Bij een combinatie van een dergelijke *worst case* waarde van 300 MBq in één luier met een overdrachtsfactor van 0,01%, zou de dosis nog 65% van de limiet voor werknemers zijn.

De limiet voor leden van de bevolking is ééntiende van die voor werknemers en zou bij een overdrachtsfactor van 0,01% worden overschreden bij een activiteit van circa 50 MBq. Men zou hierbij kunnen denken aan een scenario waarbij op straat spelende kinderen besmet worden door een lekkende vuilniszak. Gelet op de kwaliteit van het huidige incontinentiemateriaal, lijkt het lekken uit een vuilniszak overigens niet waarschijnlijk.

Een andere veronderstelling is, dat de patiënt bij verlaten van het ziekenhuis niet veel meer dan 400 MBq bij zich draagt. In de bezochte ziekenhuizen kwam vervroegd ontslag enkele malen per jaar voor en de gemeten niveaus bij deze patiënten waren hooguit enkele tientallen procenten hoger dan toegestaan. Als de bezochte ziekenhuizen wat dit betreft niet representatief zijn (alle vijf liggen in de Randstad en drie zijn academische ziekenhuizen) dan zou de activiteit in extreme gevallen kunnen oplopen tot circa 7 GBq wanneer een patiënt na een behandeling voor schildkliermetastasen, weigert opgenomen te worden. Indien een dergelijke patiënt bovendien incontinent is en de laagst mogelijk uptake heeft, zou het grootste deel van deze activiteit in één luier kunnen komen. De dosis voor derden zal in een dergelijk geval fors hoger zijn dan de dosislimiet of –beperking. Het is daarom van groot belang dat het ziekenhuis wanneer een patiënt met een dergelijke activiteit weigert zich te laten opnemen, al het mogelijke doet om de dosis voor derden te beperken.

Een ander punt is de frequentie waarmee een aantal van de beschreven scenario's kunnen optreden. Op basis van tien alarmen bij de enige van de tien afvalverbrandingen in Nederland met een poortdetector, zou een overschrijding van het vrijgave- en vrijstellingsniveau in huishoudelijk afval, in Nederland ruim 300 maal per jaar voorkomen. Er zijn verschillende redenen waardoor deze schatting te laag kan zijn: een tijdelijk tekort aan jodium-131, meer terughoudendheid bij ziekenhuizen bij incontinentie patiënten en (onbedoelde) onderrapportage van activiteit in huishoudelijk afval.

De vraag ligt nu voor, in hoeverre de verzamelde gegevens antwoord op de vragen mogelijk maken die aan het begin van dit rapport zijn gesteld:

- Kan de aanwezigheid van jodium-131 in afval van huishoudens en verpleeg- en verzorgingstehuizen, leiden tot blootstelling van werknemers en leden van de bevolking waarmee tot op heden geen of onvoldoende rekening is gehouden?
- Volstaat de huidige regelgeving, inbegrepen de vergunningen en de Aanbevelingen, om te waarborgen dat de stralingsdosis voor werknemers en leden van de bevolking, beneden de limieten blijft?
- Zijn extra maatregelen mogelijk om de stralingsbelasting voor derden terug te dringen in het kader van het ALARA-beginsel?

De aanwezigheid van jodium-131 in afval van huishoudens en verpleeg- en verzorgingstehuizen, kan inderdaad leiden tot blootstelling van werknemers en leden van de bevolking waarmee tot op heden geen rekening is gehouden. Dat dit mogelijk is, heeft ten minste twee oorzaken: ten eerste werd tot op heden verondersteld dat aan de voorwaarden voor poliklinische behandeling wordt voldaan, in het bijzonder de voorwaarde dat de patiënt niet incontinent is. Dit is niet altijd het geval; in de bezochte ziekenhuizen werd niet gevraagd naar incontinentie. De tweede oorzaak is, dat als voorwaarde voor ontslag van klinische patiënten geldt, dat de snelle excretiefase voorbij moet zijn. Er is niet aangegeven hoe dit gecontroleerd moet worden. Bovendien kan de patiënt om medische of sociale redenen vervroegd worden ontslagen. In de praktijk gebeurt dit ook om logistieke redenen en vanwege weigering van de patiënt, zij het, voor zover bekend, alleen bij uitzondering.

Het is onwaarschijnlijk dat externe straling vanuit het incontinentiemateriaal leidt voor werknemers in de zorg, voor werknemers in de afvalverwerking of voor leden van de bevolking, leidt tot een dosis boven de voor hen geldende limiet. Ook bij besmetting met en ingestie van urine tot 0,01% is het niet waarschijnlijk dat de dosislimieten voor werknemers en leden van de bevolking overschreden worden.

De huidige regelgeving volstaat in principe om te waarborgen dat de stralingsdosis voor werknemers en leden van de bevolking, beneden de limieten blijft. Of dit zo blijft wanneer de ontslagcriteria verruimd worden met redenen als logistiek en weigering van de patiënt, is onzeker.

Bij het overwegen van eventuele extra maatregelen in het kader van ALARA, is een afweging van het belang van de patiënt (medische noodzaak van de therapie) en de maatschappij (kosten van extra maatregelen) tegen de baten (minder stralingsbelasting voor derden) nodig om vast te stellen wat *Reasonably Achievable* is.

Voor het beantwoorden van de vraag of een patiënt incontinent is, en dus poliklinisch behandeld mag worden, zou een kwantitatief criterium op zijn plaats zijn. Hetzelfde geldt voor het bepalen of de snelle excretiefase voorbij is in geval van vervroegd ontslag (boven 20 microgray per uur). Het laatste zou wellicht mogelijk zijn aan de hand van de activiteitsconcentratie in urine. Opstellen en invoeren van dergelijke criteria is waarschijnlijk mogelijk zonder medische gevolgen of hoge kosten. Anders ligt het met overnemen van de regelgeving zoals deze in Duitsland geldt, waar überhaupt geen poliklinische

behandeling met jodium-131 plaatsvindt. Voor Nederland zou dit één à twee dagen opname op een de afdeling nucleaire geneeskunde betekenen voor 4000 à 5000 patiënten per jaar.

HVCafvalcentrale te Dordrecht beschikt inmiddels over een vergunning kernenergiewet voor het voorhanden hebben van kortlevende radionucliden. De vergunning voorziet niet in het zich ontdoen van radioactief materiaal. Men laat de radioactiviteit vervallen tot beneden het vrijgave- en vrijstellingsniveau. Aangezien andere bedrijven in de keten van afvalverwerking waarschijnlijk ook te maken hebben met radioactieve stoffen, ligt het voor de hand dat er op meer plaatsen maatregelen genomen zullen moeten worden.

## 5.2 Conclusies

Het is bekend dat therapeutische behandeling van patiënten met jodium-131 kan leiden tot ongewenste blootstelling van derden [4]. In de 'Aanbevelingen voor het werken met therapeutische doses radionucliden' zijn maatregelen beschreven die moeten waarborgen dat deze blootstelling voor werknemers en leden van de bevolking beneden vastgestelde dosislimieten en voor helpers en familieleden beneden de zogeheten dosisbeperkingen blijft. Aanleiding tot het schrijven van dit rapport was het aantreffen van jodium-131 in incontinentiemateriaal dat zich in huishoudelijk afval bevond. In de Aanbevelingen is rekening gehouden met een groot aantal scenario's, maar niet met de aanwezigheid van jodium-131 in huishoudelijk afval. Wel is incontinentie een belangrijk criterium om te bepalen of een patiënt het ziekenhuis mag verlaten.

Uit een vijftal gesprekken bij ziekenhuizen waar therapie met jodium-131 plaatsvindt, is gebleken dat in geen van deze ziekenhuizen systematisch wordt vastgesteld of de patiënt incontinent is. Ook is gebleken, dat sommige ziekenhuizen veel terughoudender zijn met vervroegd ontslag dan andere. Ten slotte is aan beleidsambtenaren in Duitsland en België gevraagd naar de ervaringen en regelgeving daar.

Uitgaande van met jodium-131 besmet incontinentiemateriaal dat wordt afgevoerd via huishoudelijk afval, is een aantal scenario's opgesteld waarvoor dosisschattingen zijn gemaakt gebaseerd op de in huishoudelijk afval aangetroffen hoeveelheden jodium-131. Volgens deze berekeningen is het onwaarschijnlijk dat externe straling vanuit het incontinentiemateriaal voor werknemers in de zorg, voor werknemers in de afvalverwerking of voor leden van de bevolking, leidt tot een dosis boven de voor hen geldende limiet. Ook bij besmetting met en ingestie van urine tot 0,01% is het niet waarschijnlijk dat de dosislimieten voor werknemers en leden van de bevolking overschreden worden.

De huidige regelgeving volstaat in principe om te waarborgen dat de stralingsdosis voor werknemers en leden van de bevolking, beneden de limieten blijft. Of dit zo blijft wanneer de ontslagcriteria verruimd worden met redenen als logistiek en weigering van de patiënt, is onzeker.

Het aantreffen van besmet incontinentiemateriaal in huishoudelijk afval is waarschijnlijk niet 100% te voorkomen en het leidt waarschijnlijk ook niet tot overschrijding van dosislimieten. De activiteit in het afval kan mogelijk wel beperkt worden door objectieve criteria te ontwikkelen om vast te stellen of een patiënt incontinent is en om bij klinische patiënten het einde van de snelle excretiefase, een bestaand ontslagcriterium, vast te stellen.

## Literatuur

- 1 Reformatorisch Dagblad, Radioactief afval in huisvuilstroom, 25-06-2008
- 2 Reformatorisch Dagblad, Radioactieve luiers, 1-07-2008
- 3 Reformatorisch Dagblad, Jodium-131 al lang in afval, 2-07-2008
- 4 ICRP Publication 94: Release of Patients after Therapy with Unsealed Radionuclides, 94, ISBN-13: 978-0-08-044560-1, ISBN-10: 0-08-044560-8, 2005.
- 5 Versteegh JFM, Stolker AAM, Niesing W, Muller JJA , Geneesmiddelen in drinkwater en drinkwaterbronnen, RIVM rapport 703719004, Bilthoven, 2003.
- 6 Aanbevelingen 'Het werken met therapeutische doses radionucliden', VROM, 5049/02-05, 2005.
- 7 Keverling Buisman AS, Handboek Radionucliden, ISBN 90-75441-02-3, Bergen (NH), 1996.
- 8 J.A.J. Camp (red) et al., Leerboek Nucleaire Geneeskunde, 2003
- 9 Nederlands Huisartsen Genootschap, NHG-standaard M 31 Schildklieraandoeningen, 2006
- 10 Eleveld H, Tanzi CP, Bijwaard H, Kwakman PJM, Meeuwse EJ, Emissies en doses door bronnen van ioniserende straling in Nederland - Jaarrapport 2003 'Beleidsmonitoring straling', RIVM rapport 861020003, 2004
- 11 Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen. Bilthoven: RIVM, <<http://www.rivm.nl/ims>> versie 6.0, 1 februari 2009
- 12 RIVM/LSO Briefrapport 514/05, 2005.
- 13 Commissie Kwaliteitsbevordering van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde, Barneveld PC, Van Urk P eds. Aanbevelingen Nucleaire Geneeskunde 2007, Kloosterhof, Neer, 2007
- 14 Beekhuis H, JJ Broerse, RAMJ Claessens, H Delhez, JL Noteboom, Rotterdam A van, Zoetelief J, Stralingsbelasting van leden van de bevolking als gevolg van medische toepassing van radiofarmaca: consequenties voor ontslagcriteria, VROM 1992/55, 1992.
- 15 Gezondheidsraad: Urine-incontinentie. Den Haag: Gezondheidsraad, 2001; publicatie nr 2001/12
- 16 Senternovem, Uitvoering Afvalbeheer, 'Monitoringsrapportage Huishoudelijk Afval, Resultaten 2006', Augustus 2008
- 17 Senternovem, Uitvoering Afvalbeheer, 'Afvalverwerking in Nederland, Gegevens 2007', November 2008
- 18 Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2007, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, BRD. Deutscher Bundestag Drucksache 16/10750, 2008.
- 19 Website van het Belgische FANC, geraadpleegd 28 januari 2009, <http://fanc.fgov.be/nl/page/meetpoorten-voor-de-detectie-van-radioactief-materiaal>.
- 20 Werkgroep Infectiepreventie, 'Verpleeghuis- woon- en thuiszorg, Verzamelen en transport van afval', Vastgesteld: maart 2004
- 21 Transport and Water Management Inspectorate Netherlands, 'Infectieuze afvalstoffen Vervoer van ziekenhuisafval en diagnostische monsters, een nieuw bewustzijn.', 1 November 2007.
- 22 Van Jaarsveld, J.A., 'The Operational Priority Substances Model', RIVM Report 500045001, Bilthoven, the Netherlands. (2004).
- 23 Blaauboer, R.O., 'Dosisberekening voor de Omgeving bij Vergunningverlening Ioniserende Straling - DOVIS, A. Lozingen in lucht en water ', (in Dutch), RIVM report 610310006, Bilthoven (2002)

- 
- 24 Yasuhiro Yumoto, Tadashi Hanafusa, Tomonori Nagamatsu and Shigeru Okada, Experimental Incineration of Low Level Radioactive Samples, Health Phys. 79 (Supplement 1):S25-S32; 2000
- 25 Gevudo Jaarverslag Afvalverwerking 2005
- 26 Aanvraag d.d. 23 oktober en aanvulling hierop d.d. 12 november 2008 van HVCafvalcentrale Dordrecht Facilitair N.V. te Dordrecht voor een vergunning als bedoeld in artikel 29 van de Kernenergiewet.
- 27 Staatscourant, vergunning No. 2008/2438-07, 's-Gravenhage, 5 januari 2009
- 28 European Commission, Radiation Protection 97: 'Radiation Protection following Iodine-131 therapy (exposures due to out-patients or discharged in-patients)', 1998.



## Bijlage 1 Instellingen met nucleaire therapie

Zorginstellingen die in het Jaardocument Zorg over 2007 hebben aangegeven dat zij nucleaire therapie uitvoeren, aangevuld met twee academische instellingen die geen gegevens aanleverden.

Instelling	Plaats
Stichting Alysis Zorggroep	Arnhem
Stichting Medisch Centrum Haaglanden	Den Haag
Stichting Medisch Spectrum Twente	Almelo
Stichting Catharina-ziekenhuis	Eindhoven
Stichting Reinier de Graaf Groep	Delft
Zorggroep Noorderbreedte	Leeuwarden
Stichting Leveste	Emmen
Stichting Zorggroep Middenveld Drenthe	Hoogeveen
Stichting Gelre Ziekenhuizen	Epe
Stichting Amphia	Breda
Stichting Albert Schweitzer Ziekenhuis	Dordrecht
Stichting Medisch Centrum Rijnmond-Zuid	Rotterdam
Stichting Rijnland Zorggroep	Leiderdorp
Stichting Diakonessenhuis	Utrecht
Meander Medisch Centrum	Amersfoort
Stichting Algemeen Christelijk Ziekenhuis Groningen	Groningen
Stichting Wilhelmina Ziekenhuis Assen	Assen
Stichting Slingeland Ziekenhuis	Zoetermeer
Stichting Orbis medisch en zorgconcern	Sittard
Stichting Atrium Medisch Centrum Parkstad	Heerlen
Stichting Ziekenhuis Walcheren	Vlissingen
Stichting Protestants Christelijk Ziekenhuis Ikazia	Rotterdam
Stichting IJsselland Ziekenhuis	Capelle aan de IJssel
Stichting Bronovo-NEBO	Den Haag
Stichting Sint Antonius Ziekenhuis	Nieuwegein
Stichting Onze Lieve Vrouwe Gasthuis	Amsterdam
Stichting Interconfessioneel Spaarne Ziekenhuis	Hoofddorp
Stichting Kennemer Gasthuis	Haarlem
Stichting Zaans Medisch Centrum	Zaandam
Stichting Algemeen Ziekenhuis Westfries Gasthuis	Hoorn
Stichting Deventer Ziekenhuis	Deventer
Stichting Antoni van Leeuwenhoek ziekenhuis	Amsterdam
Stichting Nucleaire Geneeskunde West-Brabant	Roosendaal
Universitair Medisch Centrum Utrecht, locatie AZU (UMCU)	Utrecht
Academisch Ziekenhuis Maastricht	Maastricht
Erasmus MC	Rotterdam
Academisch Medisch Centrum (AMC)	Amsterdam
Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC)	Leiden
Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG)	Groningen
VU medisch centrum	Amsterdam
Universitair Medisch Centrum St Radboud (UMCN)	Nijmegen

## Bijlage 2 Afvalverbranding in Nederland

		(Grof) huishoudelijk afval (ton)	(Grof) huishoudelijk afval (% van totaal)	Specifiek ziekenhuis-afval (ton) niet gevaarlijk	gevaarlijk
Drenthe	Essent Milieu GAVI Wijster	0	0,0%		
Overijssel	Twence afvalverwerking	183000	6,4%		
Gelderland	ARN	27662	1,0%	3902	
	AVR Afvalverwerking Duiven	204542	7,1%	2279	
Noord-Holland	Afval Energie Bedrijf	491235	17,1%	10136	
	HVCafvalcentrale locatie Alkmaar	344543	12,0%		
Zuid-Holland	AVR Afvalverwerking Rijnmond	748799	26,1%		
	AVR Afvalverwerking Rotterdam	329030	11,5%		
	HVCafvalcentrale locatie Dordrecht	101342	3,5%	1657	
Noord-Brabant	ZAVIN		0,0%	5	7362
	AZN	398295	13,9%		
	SITA ReEnergy	39248	1,4%		
Totaal verwerkt	(ton)	2867695	100,0%	17908	7362

Bron: Senternovem, Uitvoering Afvalbeheer, 'Afvalverwerking in Nederland, Gegevens 2007', Senternovem - Werkgroep Afvalregistratie, 2008.

## Bijlage 3      Uitgangspunten voor dosisschattingen

De uitgangspunten bij het berekenen van doses in dit rapport zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Parameter	waarde	Bron of verantwoording
<b>gegevens jodium-131</b>		
halfwaardetijd	8 dagen	[7]
omg.dosistempoconstante	0.066 microSv.m <sup>2</sup> /(MBq.h)	[7]
dosiscoëfficiënt ingestie	2.2*10 <sup>-8</sup> Sv/Bq	[7]
<b>gegevens bij scenario 1A</b>		
afstand tot ton	2 m	Conservatief geschat
verschoningsfrequentie luier	3 keer/dag	Aanname
werkweek kantoorwerker	40 uur/week	Realistisch geschat
activiteit in patiënt na ontslag	400 MBq	Zie voetnoot <sup>1</sup>
biologische afbraak	1/40 van aanwezige activiteit	Zie voetnoot <sup>2</sup>
frequentie legen ton	2 keer/week	Aanname
rekentijd	3 weken	97.5% van dosis bereikt
<b>gegevens bij scenario 1B</b>		
overdrachtsfactor	0.0001	[6]
verschonon door 1 verpleger	2 keer/dag, 5 dagen/week	Conservatieve aanname
rekentijd	3 weken	97.5% van dosis bereikt
<b>gegevens bij scenario 2</b>		
afstand vuilniszak tot chauffeur	1 m	Conservatieve aanname
duur enkele rit	8 h	Conservatieve aanname
aantal ritten met besmette zak	2 a <sup>-1</sup>	Aanname
maximale activiteit per zak	61 MBq	uit berekening scenario 1A

Bij elk scenario waar de externe stralingsdosis berekenend is, is dit H\*(10). Voor gamma's van 365 keV (jodium-131) is de correctiefactor maximaal 0,8, m.a.w.  $E = 0,8 \times H^*(10)$ .

<sup>1</sup> gebaseerd op ontslagnorm klinische patiënten

<sup>2</sup> Deze 10 MBq is een rond bedrag dat qua orde grootte past bij de waargenomen activiteiten in huishoudelijk afval. Als we er vanuit gaan dat dit 'de eerste luier' betreft, dan is dit 1/40 van de activiteit in het lichaam. Aangenomen is dat in elke luier hierna nog 1/40 van de op dat moment aanwezige activiteit (gecorrigeerd voor verval en excretie) terecht komt.

## Bijlage 4 FANC - Richtlijnen meetpoort

Inclusief technische aanvulling [C – 2006/00582] (zie pagina 43)

### FEDERAAL AGENTSCHAP VOOR NUCLEAIRE CONTROLE [C – 2006/00583]

#### Richtlijnen voor het gebruik van een meetpoort voor de detectie van radioactieve stoffen in de niet-nucleaire sector

Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle,

Gelet op de richtlijn 2003/122/Euratom van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 22 december 2003 inzake de controle op hoogactieve ingekapselde bronnen en weesbronnen, inzonderheid op artikel 8.2;

Gelet op de wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortspruitende gevaren en betreffende het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle;

Gelet op het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen inzonderheid de artikelen 66bis, 66ter, 72bis, 72ter en 74.6.;

Besluit :

#### 1. Toepassingsgebied

Behoudens uitdrukkelijke andersluidende bepaling, zijn deze richtlijnen van toepassing op de uitbaters die een meetpoort voor de detectie van radioactieve stoffen bezitten en, in voorkomend geval, op de deskundigen die verzocht worden tussen te komen.

Deze richtlijnen zijn niet van toepassing op de inrichtingen die vergund zijn met toepassing van het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen, voorzover dat deze meetpoort in het kader van deze vergunning wordt gebruikt.

De richtlijnen geven een beschrijving van de stappen die de uitbater moet volgen wanneer het alarm van de meetpoort afgaat; ze verstrekken de acceptatiedrempels, beschrijven de maatregelen inzake stralingsbescherming die het personeel moet nemen in geval van een interventie en de inlichtingen die de uitbater aan het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle moet verstrekken.

Indien de uitbater voor het detecteren van radioactieve stoffen over een ander meetsysteem beschikt dan een meetpoort, neemt hij contact op met het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle teneinde een aan zijn systeem aangepaste procedure vast te stellen.

De vereisten die in deze richtlijnen worden beschreven, zijn minimale vereisten. De uitbater kan een strengere, interne procedure toepassen.

De uitbater moet er zich van bewust zijn dat het installeren van een meetpoort en het naleven van deze richtlijnen geen absolute garantie bieden tegen het binnenbrengen van radioactieve bronnen of besmettingen op zijn site. Voldoende afgeschermd bronnen in een lading worden niet noodzakelijk door de meetpoort gedetecteerd.

#### 2. Definities

Voor de toepassing van deze richtlijnen wordt verstaan onder :

- FANC : het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle opgericht bij wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortspruitende gevaren en betreffende het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle;
- uitbater : de natuurlijke of rechtspersoon die de verantwoordelijkheid voor de in deze richtlijnen bedoelde site draagt;
- interventie : het geheel van acties die in geval van een detectie ondernomen moeten worden : lossen van het voertuig, opsporen, isoleren en opslaan van de radioactieve stoffen;
- vrijgestelde bron : een bron waarvoor geen vergunning van het FANC voor het bezit of het gebruik (transport, opslag,...) ervan vereist is. Een bron is vrijgesteld indien de activiteit of de activiteitsconcentratie lager is dan de vrijstellingsniveaus bepaald in bijlage IA van het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen;
- erkende deskundige : een persoon die door het FANC erkend werd om tussen te komen in het kader van de detectie van radioactieve stoffen. De door het FANC met toepassing van artikel 73 van het koninklijk besluit van 20 juli 2001 erkende deskundigen zijn ook gemachtigd om tussen te komen in het kader van de detectie van radioactieve stoffen.

### 3. Registratieplicht en aangifteplicht van een interventie aan het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle

De uitbater laat zijn meetpoort vóór de ingebruikname ervan bij het FANC registreren. Deze registratie gebeurt door het ingevulde formulier, waarvan het model is opgenomen in bijlage 1, naar het FANC terug te sturen.

Indien de interventie uitgevoerd wordt door de uitbater zelf, vult de uitbater de luiken A en B van het formulier, waarvan het model is opgenomen in bijlage 2, in en stuurt dit zo snel als mogelijk maar uiterlijk 24 uur na het afgaan van het alarm, naar het FANC. Het luik C wordt uiterlijk één week na het afgaan van het alarm ingevuld en naar het FANC gestuurd.

Indien de uitbater niet zelf de interventie uitvoert, vult hij de luiken A en B van het formulier, waarvan het model is opgenomen in bijlage 2, in en stuurt hij dit zo snel als mogelijk maar uiterlijk 24 uur na het afgaan van het alarm, naar het FANC. Het luik C wordt ingevuld door de erkende deskundige en wordt zo snel als mogelijk maar uiterlijk één week na het afgaan van het alarm, verstuurd naar het FANC.

### 4. Algemene voorzorgsmaatregelen die genomen moeten worden bij een interventie

De interventie moet uitgevoerd worden op een geïsoleerde plaats : de personen die niet echt nodig zijn voor de interventie, moeten op veilige afstand van de interventieplaats gehouden worden.

De blootstellingsduur moet zo veel als mogelijk beperkt worden.

Er mag niet gerookt, gedronken of gegeten worden in de nabijheid van de interventie- of opslagplaats.

Bij twijfel over de te volgen stappen, moet contact worden opgenomen met het FANC of een erkende deskundige.

## 5. Te volgen procedure

### 5.1 Algemeen

a) Bij alarm mag de lading, behalve in uitzonderlijk geval, niet naar de afzender worden teruggestuurd. Het beheer van het alarm wordt op de site uitgevoerd. Het terugsturen van de lading wordt enkel toegelaten in de drie volgende gevallen en voor zover het stralingsniveau van 5  $\mu\text{Sv/h}$  op de wand van het voertuig niet wordt overschreden :

- zonder voorafgaand akkoord van het FANC, wanneer de radioactieve stoffen afkomstig zijn van een ziekenhuis dat over een oprichtings- en exploitatievergunning beschikt. In dat geval blijft het nodig het aangifteformulier van een interventie, waarvan het model is opgenomen in bijlage 2, naar het FANC terug te sturen. Het FANC zal dan overgaan tot de administratieve opvolging van het alarm naar dit ziekenhuis toe;
- zonder voorafgaand akkoord van het FANC, wanneer de afzender over een bij het FANC geregistreerde meetpoort beschikt. In dit geval blijft het nodig het aangifteformulier van een interventie, waarvan het model is opgenomen in bijlage 2, naar het FANC terug te sturen;
- na schriftelijk akkoord van het FANC, voor een lading afkomstig uit het buitenland.

b) De interventies worden aan het FANC meegedeeld via het aangifteformulier opgenomen in bijlage 2. De verschillende stappen in geval van interventie worden beschreven in de hiernavolgende schematische voorstellingen en bijhorende uitleg.

c) Indien er geen enkel alarm afgaat binnen een periode van één maand, dan test de uitbater de goede werking van de poort. Hiertoe kan de uitbater bijvoorbeeld een vrijgestelde bron in contact met de detectoren brengen. De resultaten van de test worden in een onderhoudsboekje opgetekend. Elke tekortkoming in de werking van de meetpoort wordt aan het FANC meegedeeld.

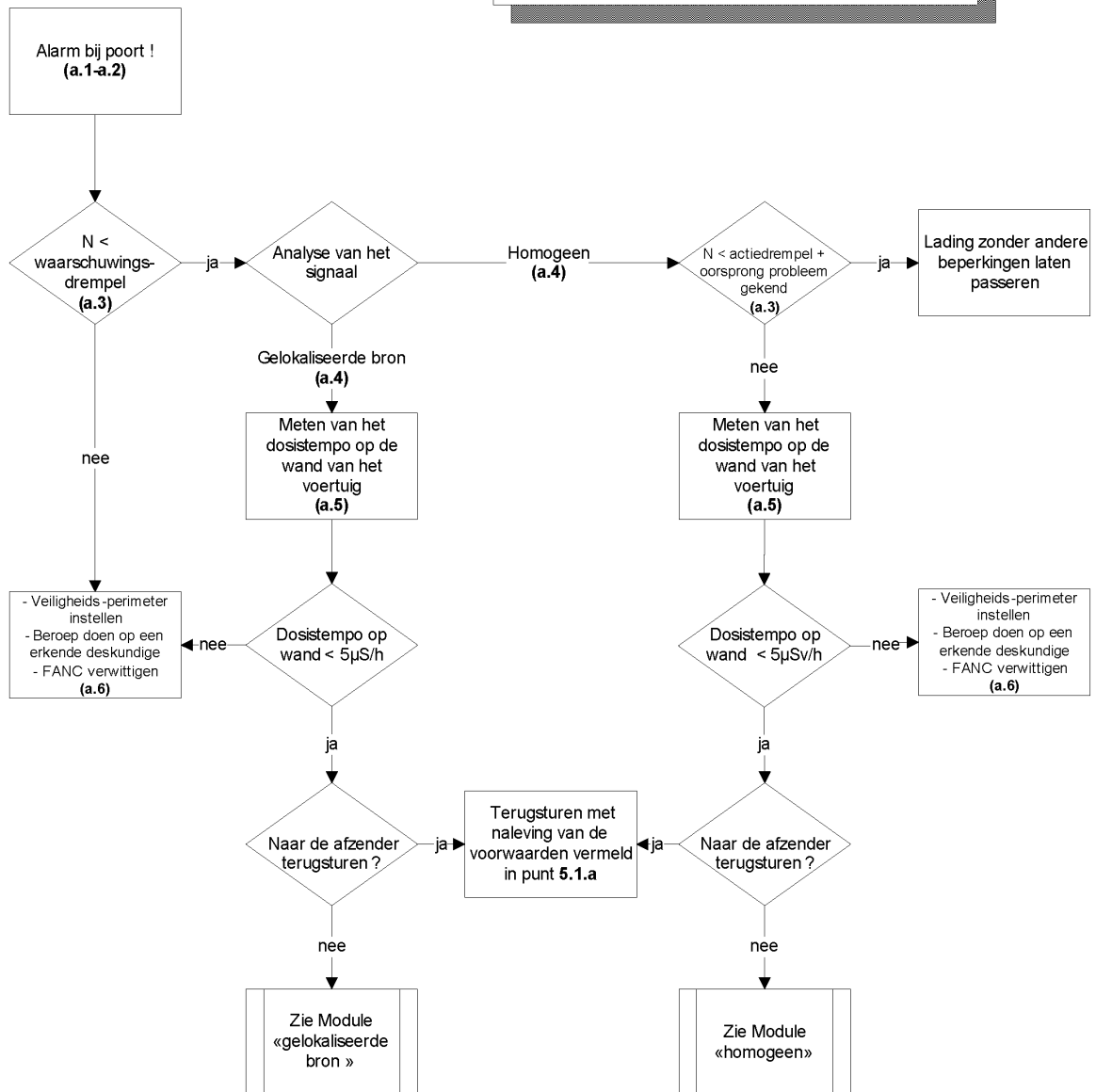
d) De uitbater waakt erover dat minstens één keer per jaar een onderhoud en een kalibratie van de poort en de andere meetapparaten van radioactiviteit (dosistempometer, eventueel dosimeter met rechtstreekse aflezing en besmettingsmeter) uitgevoerd worden.

e) De uitbater zorgt ervoor dat het personeel dat de interventie uitvoert, over een minimale vorming beschikt die minstens de volgende punten omvat :

- de basiskennis inzake radioactiviteit en de basisprincipes van de stralingsbescherming;
- de correcte interpretatie van de door de meetpoort verstrekte gegevens;
- de werking van de dosistempometer en de eventuele andere meetapparatuur (dosimeter met rechtstreekse aflezing, besmettingsmeter,...) gebruikt bij de interventie;
- de kennis van de verschillende stappen van deze richtlijnen;
- de kennis van de belangrijkste types van radioactieve bronnen en stoffen die bij de uitbater gedetecteerd zouden kunnen worden.

5.2. Te volgen procedure in geval van detectie van radioactieve stoffen  
 5.2.1 Algemene schematische voorstelling

De nummers tussen haakjes verwijzen naar de bijhorende uitleg



Toelichting :

a.1) De alarmprempe wordt vastgelegd op maximum 5σ boven de natuurlijke achtergrondstraling (σ is de standaardafwijking van de natuurlijke achtergrondstraling).

a.2) Bij het passeren door de poort, moet de snelheid van het voertuig beperkt worden. Een typische waarde van deze maximale snelheid is 10 km/h. Deze snelheid kan aan het type van meetpoort en voertuig aangepast worden en wordt vermeld op het registratieformulier.

In geval van alarm kan de uitbater het voertuig opnieuw minstens twee maal langs de meetpoort doorsturen : indien dit geen nieuw alarm geeft, kan het voertuig op de site aanvaard worden.

a.3) N is het aantal tellen per seconde (counts per second, cps) gemeten door de poort. Het is de maximale waarde voor de detectoren (links of rechts voor een poort met twee detectoren). Twee drempels, uitgedrukt in cps, worden vastgelegd ten einde de interventie te oriënteren op basis van de door de poort verstrekte indicaties :

- een waarschuwingdrempel, waarboven de interventie door een erkende deskundige moet worden uitgevoerd;
- een actiedrempel (bij homogene verspreiding van de radioactiviteit) : indien het aantal cps lager ligt dan deze actiedrempel en indien de oorsprong van de anomalie gekend is, kan de lading zonder beperkingen worden

aanvaard. Een voorbeeld van een dergelijke anomalie kan een lading van vuurvaste stenen, inert materiaal of industrieel afval zijn waarvoor reeds een analyse werd uitgevoerd.

De waarden van deze drempels worden vastgelegd :

- hetzij op voorstel van de uitbater. De uitbater geeft een verantwoording van zijn voorstel dat door het FANC goedgekeurd moet worden na ontvangst van het vervolledigde registratieformulier waarvan het model is opgenomen in bijlage 1;
- hetzij, in afwezigheid van een voorstel van de uitbater, door het FANC na ontvangst van het vervolledigde registratieformulier waarvan het model is opgenomen in bijlage 1.

a.4) Sommige soorten industriële reststoffen (zand, afval uit de fosfaatindustrie), ladingen inert of vuurvast materiaal, slib uit zuiveringsstations, worden gewoonlijk gekenmerkt door een homogene verspreiding van radioactiviteit. Het alarm wordt meestal door natuurlijke radionucliden veroorzaakt. Het betreft hier ladingen die geen gelokaliseerde radioactieve bronnen bevatten.

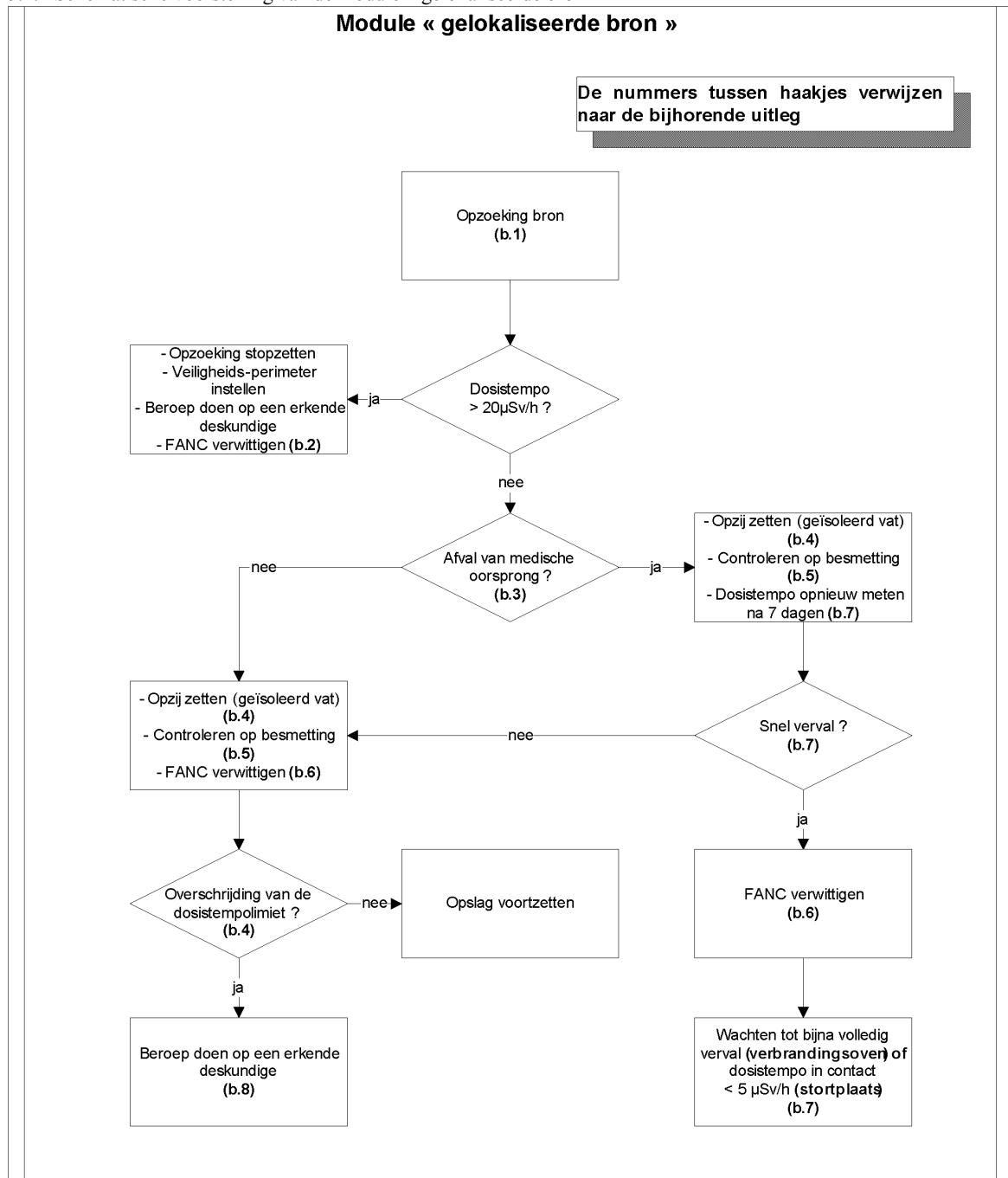
De aanwezigheid van meerdere radioactieve bronnen in een lading kan soms de indruk geven van een homogene verspreiding van radioactiviteit : voor dergelijke onduidelijke gevallen is het de aard van de lading die het vervolg van de interventie oriënteert naar hetzij de « gelokaliseerde bron » module, hetzij de « homogene » module, hieronder schematisch voorgesteld.

a.5) Het meten van het dosistempo gebeurt door het voertuig geleidelijk te naderen. Van zodra het gemeten dosistempo  $5 \mu\text{Sv/h}$  overschrijdt, wordt de meting stopgezet en een veiligheidsperimeter op  $5 \mu\text{Sv/h}$  ingesteld. Indien de limiet van  $5 \mu\text{Sv/h}$  niet overschreden werd in de naderingsfase, wordt gezocht naar de maximale waarde van het dosistempo bij contact met de wand van het voertuig.

a.6) Indien de limiet van  $5 \mu\text{Sv/h}$  wordt overschreden, mag het voertuig de site in geen enkel geval verlaten. Het voertuig wordt gebracht naar een geïsoleerde plaats op de site en een veiligheidsperimeter op  $5 \mu\text{Sv/h}$  wordt ingesteld. De veiligheidszone wordt afgebakend met afsluitingen of met een lint. Er wordt onmiddellijk beroep gedaan op een erkende deskundige en het FANC wordt verwittigd.

Indien deze overschrijding evenwel slechts op één enkel precies punt op de wand van de vrachtwagen wordt vastgesteld en deze de waarde van  $20 \mu\text{Sv/h}$  niet overschrijdt, kan de uitbater ook zelf tot de interventie overgaan.

5.2.2 Schematische voorstelling van de module « gelokaliseerde bron »



Toelichting :

b.1) Voor het opsporen van de bron :

- wordt een specifieke losplaats voorzien;
- wordt het afval gelost op een oppervlak met een harde ondergrond. Om een eventuele bodembesmetting te voorkomen, kan de uitbater de loszone afdekken met een plasticen dekzeil of behandelen met een decontamineerbare verf;
- worden bij het lossen de ramen van het voertuig gesloten en de ventilatie uitgeschakeld. Indien de aanwezigheid van de bestuurder in het voertuig niet vereist is om tot het lossen over te gaan, dan verwijdt deze zich van de interventieplaats;
- worden beschermingshandschoenen, een antistofmasker, een wegwerpoverall en overschoenen gedragen door de persoon die de interventie uitvoert en dit tijdens het lossen en het onderzoek van de lading;



- gebeurt het lossen stapsgewijze;
- wordt gedurende de ganse operatie het dosistempo permanent gemeten door de persoon die de interventie uitvoert. Hij/zij kan ook een dosimeter met rechtstreekse aflezing ter hoogte van de borst dragen waarvan het alarmniveau is ingesteld op 20  $\mu\text{Sv/h}$ .

b.2) Zodra het dosistempo dat wordt gemeten ter hoogte van de borst van de persoon die de interventie uitvoert, 20  $\mu\text{Sv/h}$  overschrijdt (hetgeen in voorkomend geval door het alarm van de dosimeter met rechtstreekse aflezing gesignaleerd zal worden) of indien het dosistempo op 10 cm afstand van de bron 500  $\mu\text{Sv/h}$  overschrijdt :

- moet de interventie onderbroken worden;
- moet een veiligheidsperimeter op 5  $\mu\text{Sv/h}$  worden ingesteld rond deze zone;
- moet er onmiddellijk beroep worden gedaan op een erkende deskundige om het opsporen verder te zetten;
- moet het FANC verwittigd worden.

#### b.3) Medisch afval

Indien het afval dat het alarm heeft veroorzaakt duidelijk van medische oorsprong is (luier, maandverband,...), is dit waarschijnlijk afval met een korte halveringstijd. Dit kan worden nagegaan via de toepassing van de methode die in punt b.7. wordt beschreven.

#### b.4) Opslag

De radioactieve stoffen die gevonden worden, moeten zo vlug mogelijk in een geschikte opslagplaats op de site van de uitbater worden opgeslagen in afwachting van hun latere behandeling. Beschermingshandschoenen, een antistofmasker, een wegwerpoverall en overschoenen moeten bij het behandelen van de radioactieve stoffen gedragen worden.

De stoffen worden in een plasticen zak geplaatst en vervolgens opgeborgen in een vat in een af te sluiten lokaal. Het waarschuwingsteken voor ioniserende stralingen wordt op het vat aangebracht opdat het zichtbaar zou zijn voor elke persoon die het lokaal betreedt. Indien meerdere vaten gebruikt worden, wordt elk vat duidelijk genummerd. Het gemeten dosistempo aan de buitenwand van dit lokaal mag, additioneel aan de achtergrondstraling, in geen enkel geval 1  $\mu\text{Sv/h}$  overschrijden. In geval er een permanente bezette werkplaats aan dit lokaal grenst, is deze limietwaarde 0,5  $\mu\text{Sv/h}$ . Elke persoon die dit lokaal betreedt, dient een handtoestel voor het meten van het dosistempo of een ter hoogte van de borst gedragen dosimeter met rechtstreekse aflezing, waarvan het alarmniveau is ingesteld op 20  $\mu\text{Sv/h}$ , te gebruiken. De dosis binnen het lokaal (gemeten ter hoogte van de borst van de persoon die zich in het lokaal bevindt) mag in geen enkel geval 100  $\mu\text{Sv/h}$  overschrijden.

De stoffen met korte halveringstijd mogen niet worden vermengd met stoffen met lange halveringstijd. Zij worden fysiek gescheiden binnen het opslaglokaal en, indien mogelijk, in verschillende lokalen ondergebracht. De stoffen met korte halveringstijd die verpakt zijn in een plasticen zak, hoeven niet in een vat te worden geplaatst voor zover zij beschermd worden tegen elke beschadiging : de zakken moeten dan in een uitlekbak in een gesloten en verlucht lokaal geplaatst worden. Het dosistempo binnen het lokaal (gemeten ter hoogte van de borst van de persoon die zich in dit lokaal bevindt) mag in geen geval 100  $\mu\text{Sv/h}$  overschrijden.

Indien de afmetingen van het voorwerp te groot zijn om in een vat te kunnen worden geplaatst, kan het als dusdanig op de site worden opgeslagen voor zover de dosistempolimieten die in dit punt b.4 worden beschreven, worden nageleefd. Het voorwerp wordt dan wel met een zeil afgeschermd. Het wordt eveneens in het register ingeschreven.

De uitbater houdt een register bij van al de radioactieve stoffen die zich in de opslagplaats bevinden volgens het formulier in bijlage 3. Dit register bevat de volgende inlichtingen : het nummer van het vat, de nummers van volgorde van de radioactieve stoffen in het vat, de datum waarop de stoffen in de opslagplaats werden geplaatst, een korte beschrijving van de stoffen, het dosistempo in contact met de stoffen wanneer ze werden opgeslagen, de datum van afvoer van het vat of van de stoffen.

Een kopie van deze inventaris wordt ter evaluatie aan het FANC overgemaakt op 1 oktober van elk jaar

#### b.5) Besmetting

Indien een erkende deskundige ter plaatse geroepen werd, voert deze zelf de controle op de besmetting uit. Indien de erkende deskundige niet ter plaatse geroepen werd, verifieert de persoon die tot de interventie is overgegaan, nadat de radioactieve stof(fen) uit de lading geïsoleerd werd(en), of het voertuig en de rest van de lading niet besmet werden.

Deze besmettingscontrole wordt uitgevoerd door het voertuig en zijn lading opnieuw door de meetpoort te laten passeren.

Indien het alarm van de meetpoort opnieuw afgaat, beroep doen op een erkende deskundige.

De erkende deskundige controleert dan ter plaatse de besmetting van de lading, van het voertuig en de eventuele besmetting van de bodem en van de persoon die tot de interventie is overgegaan.

Indien de persoon die tot de interventie is overgegaan over een besmettingsmeter beschikt, controleert hij/zij de werkkledij (handschoenen, wegwerpoverall, stofmasker en overschoenen) op besmetting. De besmette kledij wordt in een vat in het opslaglokaal geplaatst en wordt door de erkende deskundige gekarakteriseerd tijdens een volgend bezoek op de site.

Indien deze persoon niet over een besmettingsmeter beschikt, worden de handschoenen, stofmasker, wegwerpoverall en overschoenen systematisch in een vat in het opslaglokaal geplaatst na iedere interventie. Deze worden gecontroleerd door de erkende deskundige tijdens een volgend bezoek op de site.

b.6) De kennisgeving aan het FANC gebeurt door terugzending van het aangifteformulier voor de interventie, waarvan het model is opgenomen in bijlage 2.

b.7) Radioactief afval met korte halveringstijd

Een meting van het dosistempo wordt, hetzij in contact met het afval, hetzij in contact met het vat, uitgevoerd.

Een nieuwe meting van het dosistempo wordt 7 dagen later opnieuw in contact met het afval of in contact met het vat, onder dezelfde meetomstandigheden als bij de oorspronkelijke meting, uitgevoerd.

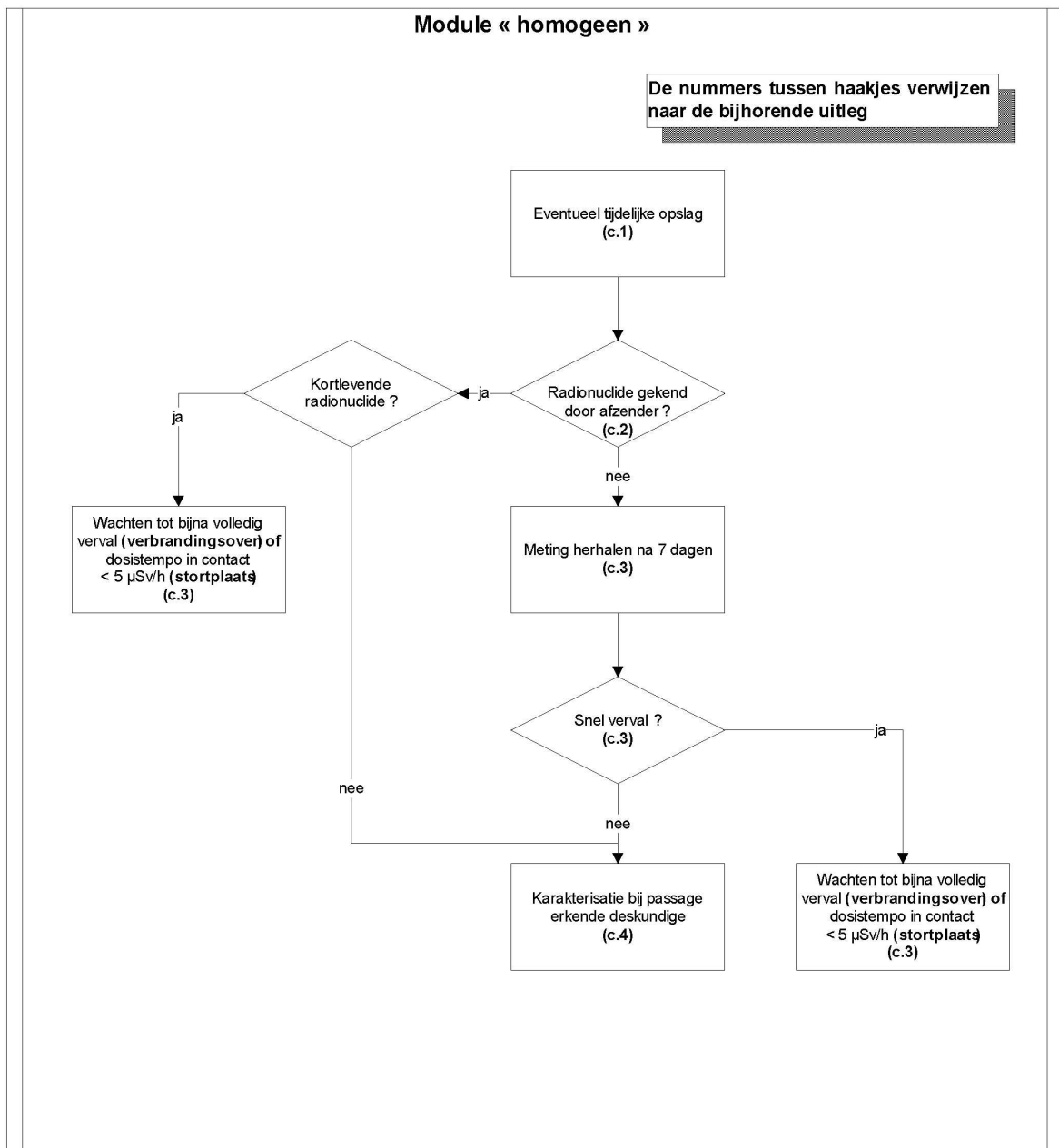
Indien het dosistempo lager ligt dan  $2/3$  van het initiële dosistempo, kan het afval worden beschouwd als afval met een korte halveringstijd.

In het geval van een verbrandingsoven kan het afval, zonder beperkingen vanuit het standpunt van radioactiviteit, worden verbrand van zodra het dosistempo in contact met het afval is afgenomen tot tweemaal het dosistempo van de natuurlijke achtergrondstraling (of indien het alarm niet meer afgaat wanneer men het afval opnieuw door de poort laat passeren).

In het geval van een industriële stortplaats kan het afval zonder beperkingen vanuit het standpunt van radioactiviteit, worden gestort zodra het gemeten dosistempo in contact met het afval lager ligt dan  $5 \mu\text{Sv/h}$ .

b.8) De inhoud van het vat wordt gecontroleerd door een erkende deskundige van zodra één van de dosistempolimieten uit punt b.4 overschreden wordt en in ieder geval wanneer een erkende deskundige op de site langskomt, bijvoorbeeld ten gevolge van een dringende interventie. Deze controle kan eveneens op eenvoudige vraag van het FANC plaatsvinden. Het FANC zal de inhoud van het vat jaarlijks evalueren op basis van de inventaris die door de uitbater werd overgemaakt. De erkende deskundige karakteriseert de verschillende stoffen en vergelijkt de metingen met de drempels die door het FANC werden vastgesteld. De erkende deskundige meldt het resultaat van de metingen aan het FANC.

5.2.3 Schematische voorstelling van de module « homogeen »



Toelichting :

c.1) De stoffen worden gelost en voorlopig opgeslagen op een geïsoleerde plaats van de site; indien de stoffen zich in een container bevinden, kan de uitbater deze container eveneens voorlopig op een geïsoleerde plaats op zijn site zetten zonder deze te lossen.

Voorzorgsmaatregelen (bijvoorbeeld het afdekken met een zeil) worden getroffen om de verspreiding van de stoffen te vermijden. Een veiligheidsperimeter op 1 µSv/h (of op 0,5 µSv/h in geval er zich vlakbij deze perimeter een permanent bezette werkplaats bevindt) wordt afgebakend met behulp van afsluitingen of van een lint.

c.2) De afzender bepaalt het bedrijf waarvan deze lading afkomstig is. De uitbater neemt met dit bedrijf contact op en vraagt of de aard van de radioactieve stoffen die in de lading aanwezig zijn, gekend zijn.

c.3) Radioactief afval met korte halveringstijd

Een meting van het dosistempo wordt, hetzij in contact met het afval, hetzij in contact met de container, uitgevoerd.

Een nieuwe meting van het dosistempo wordt 7 dagen later opnieuw onder dezelfde meetomstandigheden op dezelfde plaats uitgevoerd.

Indien het dosistempo lager ligt dan  $2/3$  van het initiële dosistempo, kan het afval worden beschouwd als afval met een korte halveringstijd.

In het geval van een verbrandingsoven kan het afval zonder beperkingen worden verbrand wanneer het dosistempo in contact is afgenomen tot tweemaal het dosistempo van de natuurlijke achtergrondstraling (of indien het alarm niet meer afgaat wanneer men het afval opnieuw door de poort laat passeren).

In het geval van een stortplaats kan het afval worden gestort zodra het gemeten dosistempo in contact lager ligt dan  $5 \mu\text{Sv/h}$ .

c.4) De erkende deskundige meet de activiteitsconcentratie van de stoffen en vergelijkt deze met de drempels die door het FANC werden vastgesteld. De erkende deskundige meldt het resultaat van de metingen aan het FANC.

Brussel, 7 augustus 2006.

De Directeur-generaal,  
W. DE ROOVERE

## FEDERAAL AGENTSCHAP VOOR NUCLEAIRE CONTROLE [C – 2006/00582]

### **Technische aanvulling bij de Richtlijnen voor het gebruik van een meetpoort voor de detectie van radioactieve stoffen in de niet-nucleaire sector**

Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle,

Gelet op de richtlijn 2003/122/Euratom van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 22 december 2003 inzake de controle op hoogactieve ingekapselde bronnen en weesbronnen, inzonderheid op artikel 8.2;

Gelet op de wet van 15 april 1994 betreffende de bescherming van de bevolking en van het leefmilieu tegen de uit ioniserende stralingen voortspruitende gevaren en betreffende het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle;

Gelet op het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen inzonderheid de artikelen 66bis, 66ter, 72bis 72ter en 74.6 :

Besluit :

#### A. Toepassingsgebied

Deze richtlijnen zijn bestemd voor de erkende deskundigen en vormen een aanvulling bij de richtlijnen voor het gebruik van een meetpoort voor de detectie van radioactieve stoffen in de niet-nucleaire sector.

Deel B herinnert aan het algemeen reglementair kader van deze richtlijnen.

Deel C stelt de maatregelen vast die moeten worden getroffen bij dringende interventies.

Deel D geeft de drempelwaarden voor de totale activiteit en voor de activiteits-concentratie die door de erkende deskundigen als referentieniveaus moeten worden gebruikt bij de karakterisering van de radioactieve stoffen die door de meetpoorten worden gedetecteerd, overeenkomstig de richtlijnen die in het hoofddocument wordt beschreven.

#### B. Reglementair kader

Het vinden van radioactieve stoffen op de site van een bedrijf dat, gezien haar activiteiten, niet over een oprichtings- en exploitatievergunning dient te beschikken, wordt beschouwd als een interventiesituatie volgens artikel 72bis van het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen.

De personeelsleden van de in deze richtlijnen bedoelde uitbaters worden beschouwd als personen van het publiek (volgens bovenvermeld koninklijk besluit) die niet-beroepshalve aan ioniserende stralingen zijn blootgesteld. De aanwezigheid van een meetpoort of de tijdelijke opslag van radioactieve stoffen op de site van de uitbater in het kader van deze richtlijnen vereisen op zich geen oprichtings- en exploitatievergunning met toepassing van het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen.

Als personen van het publiek is de dosislimiet voor de uitbaters en hun personeel  $1 \text{ mSv/jaar}$ .

De richtlijnen van het FANC beogen enerzijds de praktijken van de verschillende uitbaters te uniformeren door duidelijk aan te geven tot op welk moment ze mogen interveniëren. De blootstellingsdrempels aan het personeel gedefinieerd in de richtlijnen werden zodanig bepaald dat de blootstellingslimiet voor personen van het publiek ( $1 \text{ mSv/jaar}$ ) niet wordt overschreden.

De inrichtingen waarvoor deze richtlijnen bedoeld zijn, zijn geen ingedeelde inrichtingen en zijn dus niet onderworpen aan de reglementaire maatregelen die eigen zijn aan de ingedeelde inrichtingen. Zo wordt er door de richtlijnen niet opgelegd om het waarschuwingsteken voor ioniserende stralingen op de buitenwanden van het tijdelijke

opslaglokaal aan te brengen : hiermee wil men een eventuele paniecreactie van de buurtbewoners of van het personeel van de installatie vermijden. Het waarschuwingsteken voor ioniserende stralingen dient wel binnen in het opslaglokaal zichtbaar te zijn.

C. Dringende interventie

Wanneer de limieten van het dosistempo die in de punten a.6 en b.2 van deel 5.2 van de richtlijnen voor de uitbaters worden vermeld, worden overschreden, zal er door de uitbater een beroep worden gedaan op de erkende deskundige. Het is dan aan de erkende deskundige om te zoeken naar en de afzondering van de radioactieve bron te coördineren.

Wanneer het kortlevende radionucliden betreft, kan de bron in het algemeen op de site blijven in afwachting van het bijna volledige verval van zijn activiteit. De tijdelijke opslag van deze bron moet gebeuren met naleving van de voorwaarden vermeld in de richtlijnen (punt b.4).

Wanneer het langlevende radionucliden betreft, zal de bron gekarakteriseerd worden. Wanneer de omstandigheden het toelaten, zullen de andere bronnen die eventueel reeds op de site opgeslagen zijn, eveneens gekarakteriseerd worden (cf. punt b.8 van de richtlijnen).

D. Drempels voor totale activiteit en activiteitsconcentratie

De drempels die in dit deel worden gegeven, zijn enkel geldig indien de gedetecteerde radioactieve stoffen niet afkomstig zijn van een ingedeelde inrichting. In dit laatste geval zijn de bepalingen van het koninklijk besluit van 20 juli 2001 met betrekking tot het radioactief afval van toepassing.

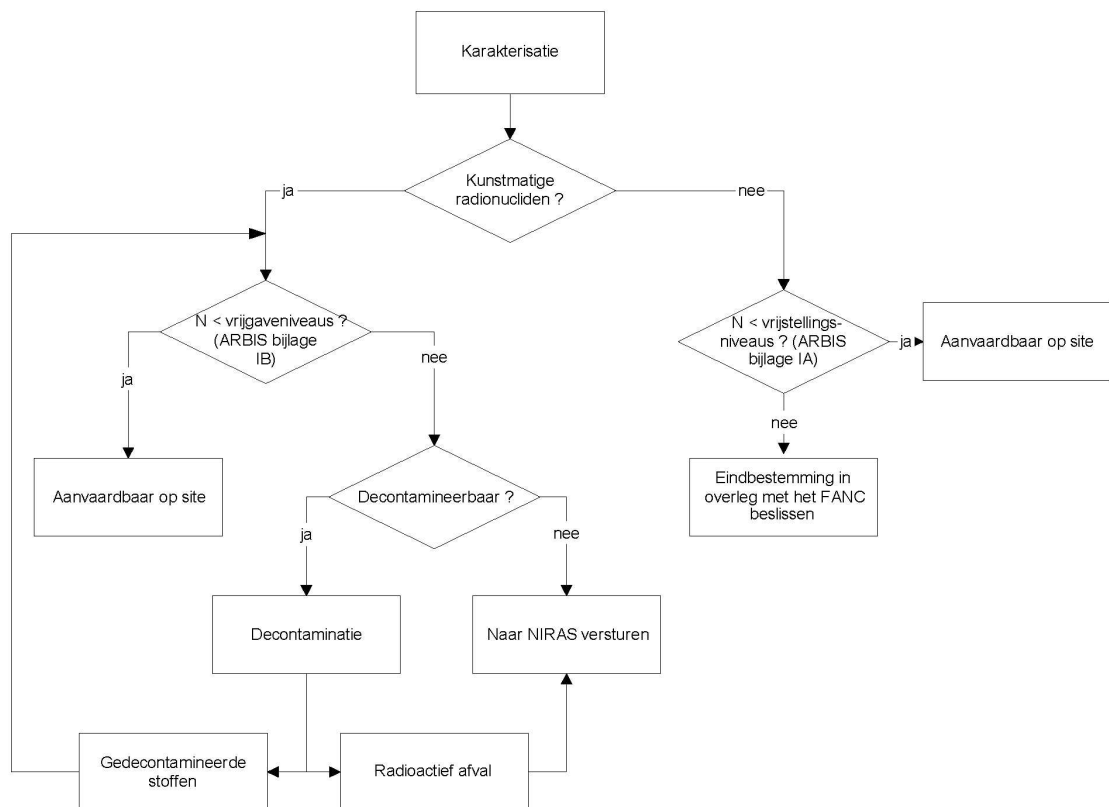
1. Geval « Gelokaliseerde bron »

De ingekapselde bronnen worden systematisch naar NIRAS verstuurd.

Voor de andere types van radioactieve stoffen, bepaalt de erkende deskundige de totale activiteit of de activiteitsconcentratie van elk radionuclide.

De bestemming van het voorwerp hangt af van de gemeten activiteitsniveaus of van de activiteitsconcentratie, van de halveringstijd van de radionucliden en van de oorsprong van het voorwerp. De gebruikte referentieniveaus zijn de vrijgaveniveaus in het geval van kunstmatige radionucliden, en de vrijstellingsniveaus in het geval van natuurlijke radionucliden, die respectievelijk gedefinieerd zijn in bijlage IB (Tabel A) en bijlage IA (Tabel A, 2e kolom «Hoeveelheid») bij het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen.

Over de eindbestemming van het radioactieve voorwerp wordt, in sommige gevallen, beslist in overleg met het FANC, waarbij het hieronder vermelde schema wordt nageleefd :



N geeft de activiteitsconcentratie of (voor de vrijstellingsniveaus) de totale activiteit weer.

De in het schema vermelde decontaminatie wordt door een gespecialiseerde instelling uitgevoerd. Het verslag van de karakterisering wordt bij de vervoersdocumenten gevoegd, indien de stoffen naar een andere site worden overgebracht.

Het verslag van de karakterisering wordt systematisch aan het FANC overgemaakt via het vervulde formulier waarvan het model is opgenomen in bijlage 1. Dit verslag vermeldt, voor elke gekarakteriseerde stof, het volgnummer van de stof, zoals het in het register van de uitbater voorkomt.

#### 2. Geval van homogeniteit

In geval van een lading die een homogene verspreiding van radioactiviteit vertoont (« homogene » module in de richtlijnen), is het de activiteitsconcentratie die in alle gevallen gebruikt wordt als criterium. Verschillende drempels worden gebruikt voor natuurlijke en kunstmatige radionucliden.

#### 2.1 Natuurlijke radionucliden :

Indien de activiteitsconcentratie die wordt gemeten lager ligt dan 1 Bq/g, kunnen de stoffen door de uitbater op de site worden aanvaard zonder beperkingen vanuit het standpunt van radioactiviteit. Ingeval deze waarde wordt overschreden, beslist het FANC over de bestemming van deze stoffen.

#### 2.2 Kunstmatige radionucliden :

De drempelwaarden voor de activiteitsconcentratie voor de kunstmatige radionucliden zijn de vrijgaveniveaus gedefinieerd in bijlage IB (Tabel A) bij het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen. Indien de activiteitsconcentratie die wordt gemeten lager ligt dan de vrijgaveniveaus, dan kunnen de stoffen door de uitbater op de site worden aanvaard zonder beperkingen vanuit het standpunt van radioactiviteit.

#### 2.3 Specifieke problemen :

Indien de bepaling van de activiteitsconcentratie praktische problemen stelt (bv. hoe wordt de activiteitsconcentratie bepaald indien de besmetting beperkt is tot de « scaling » van een metalen voorwerp?), neemt de erkende deskundige contact op met het FANC om de meest gepaste oplossing te bepalen.

Brussel, 7 augustus 2006.

De Directeur-generaal,

W. DE ROOVERE

**RIVM**

Rijksinstituut  
voor Volksgezondheid  
en Milieu

Postbus 1  
3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)