



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu

Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

**Contra-expertise op bepalingen van
radio-activiteit van afvalwater en
ventilatielucht van NRG**

Periode 2007

RIVM rapport 610330120/2012

P.J.M. Kwakman | R.M.W. Overwater



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**Contra-expertise op bepalingen van
radioactiviteit van afvalwater en
ventilatielucht van NRG**

Periode 2007

RIVM Rapport 610330120/2012

Colofon

© RIVM 2012

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'.

De heer dr. P.J.M. Kwakman (Senior Wet. medew. Chemie), RIVM
De heer dr. R.M.W. Overwater (Senior Wet. medew. Fysica), RIVM

Contact:

De heer dr. P.J.M. Kwakman
Laboratorium voor Stralingsonderzoek
pieter.kwakman@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VROM Inspectie Kernfysische
Dienst, in het kader van project 610330, Site Monitoring Straling

Rapport in het kort

Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit van afvalwater en ventilatielucht van NRG. Periode 2007

Het RIVM controleert achtmaal per jaar de metingen van NRG. Het gaat hierbij om lozingen van radioactiviteit in water en lucht. De contra-expertise onderbouwt de betrouwbaarheid van de analyses die NRG uitvoert. Doorgaans komen de analyses overeen, zo ook in 2007. Enkele structurele verschillen in dat jaar betreffen de totaal-beta metingen in afvalwater; RIVM meet altijd veel lager dan NRG. Dit wordt verklaard door het feit dat er veel kortlevende beta-stralers in het afvalwater aanwezig zijn, en deels door verschillen in de meetmethoden die NRG en RIVM toepassen.

NRG meet de filterpakketten voor de bemonstering van ventilatielucht voor snelle screeningsdoeleinden en past daarom een veel kortere meettijd toe dan RIVM. Dit verklaart waarom RIVM een aantal maal een activiteitsconcentratie aantoot onder de detectiegrens van NRG.

Het RIVM heeft in 2007 acht afvalwatermonsters en acht monsters van ventilatielucht geanalyseerd, die verspreid over het jaar gedurende een week door NRG zijn genomen. Opdrachtgever is de Kernfysische Dienst van het ministerie van VROM.

Trefwoorden:

NRG, radioactiviteit, lozingen, afvalwater, ventilatielucht

Abstract

Contra-expertise on the determination of radioactivity of waste water and ventilation air of NRG at Petten. Period 2007

Within the framework of a monitoring programme, the RIVM measures the release of radioactivity into waste water and atmosphere of the Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) at Petten. Measurements are carried out eight times per year. This form of counter-expertise is aimed at verifying and supporting the reliability of the analyses carried out by NRG.

In 2007, the two different sets of measurements in waste water are generally in agreement. The few discrepancies that were observed in 2007 concern the gross-beta data in waste water; RIVM reports considerably lower gross-beta data than NRG does. This is partly explained by the presence of short-lived beta-emitters in waste water of NRG, and partly because of differences in the analytical methods applied by NRG and RIVM.

In samples taken from ventilation air, RIVM determined in some cases an activity concentration below the detection limit of NRG. NRG measures the filters mainly for screening purposes and, therefore, applies a much shorter measuring time than RIVM.

The RIVM analyzed eight waste water samples and eight samples of ventilation air taken by NRG at various time points dispersed throughout 2007. The analyses were carried out on behalf of the Department of Nuclear Safety, Security and Safeguards of the Dutch Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM).

Keywords:

NRG, radioactivity, discharges, waste water, ventilation air

Inhoud

Samenvatting—6

1 Inleiding—7

2 Monsters en analyse—8

3 Analysemethoden—9

3.1 Tweevoudbepalingen—9

3.2 Bepalingen van de totaal alfa-activiteitsconcentratie in afvalwater—9

3.3 Bepaling van de totaal béta-activiteitsconcentratie in afvalwater—9

3.4 Bepaling van de activiteitsconcentratie van gammastraling uitzendende nucliden in afvalwater—10

3.5 Bepaling van de ^3H -activiteitsconcentratie in afvalwater—10

3.6 Bepaling van de totaal alfa- en totaal béta-activiteitsconcentratie in ventilatielucht—11

3.7 Bepalingen van de activiteitsconcentratie gammastraling uitzendende nucliden in ventilatielucht—11

3.8 Foutberekeningen—11

3.9 Kwaliteitsborging—12

3.10 Presentatie van resultaten en vergelijking—12

4 Resultaten en discussie—14

4.1 Meetresultaten—14

4.2 Vergelijking van de resultaten—14

4.2.1 Afvalwater—14

4.2.2 Ventilatielucht—15

4.3 Discussie—16

4.3.1 Afvalwater—16

4.3.2 Ventilatielucht HFR—16

5 Referenties—17

Bijlage A Meetresultaten—19

Bijlage B Bemonstering en meting door NRG in 2007—22

Samenvatting

Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van RIVM voert in opdracht van de VROM Inspectie (VI) radioactiviteitsmetingen uit van lozingsmonsters afkomstig van een vijftal nucleaire installaties. Het doel is het leveren van contra-expertise op de metingen die door de installaties zelf zijn uitgevoerd. Dit rapport gaat over de periode januari – december 2007.

De overeenstemming van de resultaten van RIVM met die van de nucleaire installaties wordt ingedeeld in vier categorieën, in afnemende volgorde A1, A2, B en C.

De contra-expertisemonsters waarvoor liggende rapport over gaat, zijn afvalwatermonsters en ventilatieluchtmonsters afkomstig van de Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) te Petten. RIVM bepaalde de activiteitsconcentratie van totaal-alfa, totaal-bèta, gammastralers en tritium.

Voor de gammastralers is er een hoge mate van overeenstemming tussen de resultaten van NRG en RIVM. De totaal-alfa-vergelijkingsresultaten zijn goed. De vergelijking in de totaal-bèta activiteit in afvalwater is matig. Dit is echter begrijpelijk omdat de totaal-bèta activiteit voor een groot deel uit kortlevende radionucliden bestaat. Deze radionucliden zijn ten tijde van de meting door RIVM al voor een groot deel vervallen. Tevens zijn er verschillen in de meetmethoden die NRG en RIVM toepassen.

De vergelijking met de tritium-resultaten in afvalwater is licht verbeterd vergeleken met voorgaande jaren. De verschillen tussen de ^3H resultaten van RIVM en NRG zijn nu voor zeven van de acht monsters binnen de verwachte 3 à 4 %; één monster valt daarbuiten.

Door de wijze waarop de activiteitsconcentratie in ventilatielucht door NRG is gerapporteerd, kon een vergelijking met de RIVM meetdata niet worden uitgevoerd.

1 Inleiding

Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van RIVM voert in opdracht van de VROM Inspectie (VI) radioactiviteitsmetingen uit van lozingsmonsters afkomstig van een vijftal nucleaire installaties. Het doel is het leveren van contra-expertise op de metingen die door de installaties zelf zijn uitgevoerd. Dit rapport gaat over de periode januari – december 2007.

De indeling van dit rapport is als volgt. Na deze inleiding volgt hoofdstuk 2 met een beschrijving van de door de contra-expertise gebruikte monsters en de hiervan bepaalde radioactieve eigenschappen. In hoofdstuk 3 staat een beschrijving van de door RIVM toegepaste analysemethode en de wijze waarop de resultaten van RIVM met die van het onderzochte bedrijf zijn vergeleken.

Hoofdstuk 4 bevat een korte bespreking van de resultaten van het contra-expertiseonderzoek. De meetresultaten zelf zijn – naast de resultaten van het onderzochte bedrijf – opgenomen in Bijlage A. De bemonstering wordt door de onderzochte bedrijven uitgevoerd. Beschrijvingen van de bemonsterings- en analysemethoden toegepast door het onderzochte bedrijf, zijn gereproduceerd in Bijlage B.

De contra-expertisemonsters waar voorliggende rapport over gaat, zijn afvalwatermonsters en ventilatieluchtmonsters afkomstig van de Nuclear Research and Consultancy Group (NRG) te Petten.

2 Monsters en analyse

RIVM haalt periodiek ongegeleerde afvalwatermonsters en ventilatieluchtfilters van HFR op bij NRG. Tabel 1 bevat een overzicht van het vooraf overeengekomen aantal monsters en de te verrichten analyses [RI07].

Tabel 1 : Overzicht van het vooraf overeengekomen aantal monsters en analyses

Monsters	Aantal	Analyses
Afvalwater	8	Totaal-alfa**, totaal-bèta**, gammastralers** en $^3\text{H}^*$
Ventilatielucht HFR	8	gamma-emitters*, totaal-alfa*, totaal-bèta*

* Analyse in enkelvoud

** Analyse in tweevoud

In 2007 zijn acht water- en ventilatiemonsters opgehaald; NRG is daarvoor zesmaal bezocht. Gegevens van de monsters staat in Tabel 2.

Tabel 2 : Monstergegevens afvalwater

Nr	Ophaaldatum	Monsterperiode	Datum gammaspectrometrie *
1	21 februari 2007	12 - 19 februari 2007	23, 26 februari 2007
2	4 april 2007	12 - 19 maart 2007	10, 11 april 2007
3	4 april 2007	19 - 26 maart 2007	10, 11 april 2007
4	30 mei 2007	21 - 28 mei 2007	31 mei, 4 juni 2007
5	27 juni 2007	18 - 25 juni 2007	2, 3 juli 2007
6	19 september 2007	27 augustus - 3 september 2007	19, 20 september 2007
7	19 september 2007	3 - 10 september 2007	21, 26 september 2007
8	24 oktober 2007	15 - 22 oktober 2007	25, 26 oktober 2007

* Twee data wegens bepaling in tweevoud; vermelding wegens streven meting te verrichten binnen 2 weken na ontvangst monsters (analyse gereed binnen 3 weken).

Tabel 3 : Monstergegevens HFR ventilatielucht

Nr.	Ophaaldatum	Monsterperiode	Datum gammaspectrometrie *
1	21 februari 2007	4 - 11 februari 2007	26 - 27 februari 2007
2	4 april 2007	11 - 18 maart 2007	12 - 13 april 2007
3	4 april 2007	18 - 25 maart 2007	13 - 17 april 2007
4	30 mei 2007	13 - 20 mei 2007	1 - 7 juni 2007
5	27 juni 2007	10 - 17 juni 2007	4 - 5 juli 2007
6	19 september 2007	26 augustus - 2 september 2007	25 sept - 9 okt
7	19 september 2007	2 - 9 september 2007	2 - 3 oktober
8	24 oktober 2007	7 - 14 oktober 2007	26 - 27 oktober

* De genoemde data beslaan de periode voor het analyseren van het aerosolfilter, het koolfilter en de koolkorrels.

3 Analysemethoden

Beschrijvingen van de bemonsterings- en analysemethoden toegepast door NRG in 2007, zijn gereproduceerd in Bijlage B.

3.1 Tweevoudbepalingen

LSO voert sommige analyses in tweevoud uit. Wanneer het verschil tussen de twee meetwaarden van een tweevoudsbepaling groter is dan 4σ (waarbij σ de totale fout van de grootste van de twee meetwaarden is) wordt een tweevoudbepaling afgekeurd. In zo'n geval volgt een aanvullende controle, bijvoorbeeld een controle van de berekeningen, een herhaling van een meting of een nieuwe analyse met achtergehouden monstermateriaal. Het laatste gebeurt indien mogelijk bij afkeuring van een analyse op ^{60}Co of ^{137}Cs . Bij andere γ -stralers dan ^{60}Co en ^{137}Cs worden in geval van een afgekeurde tweevoudbepaling de twee meetresultaten afzonderlijk gerapporteerd. Wordt het resultaat van een tweevoudbepaling niet afgekeurd, dan wordt het gemiddelde van de twee meetwaarden gerapporteerd. De analyses waarvan gedurende en langer periode gebleken is dat er weinig of geen afkeuringen plaatsvinden, worden uit oogpunt van efficiency in enkelvoud uitgevoerd. Welke analyses in enkelvoud en welke in tweevoud worden uitgevoerd, staat in hoofdstuk 2.

3.2 Bepalingen van de totaal alfa-activiteitsconcentratie in afvalwater

Van het monster wordt, na homogenisatie, in twee verschillende flesjes elk 10,0 mL gepipetteerd. Aan één van de flesjes wordt 0,100 mL van een ^{241}Am -oplossing met bekende activiteit toegevoegd. Het geheel wordt vervolgens gemengd. De twee oplossingen worden in gedeelten op twee roestvast stalen telschaaltjes (geschuurd en ontvet) met een diameter van 50 mm overgebracht en drooggedampt in een stoof bij 60-80°C. De metingen aan beide telschaaltjes worden uitgevoerd met proportionele gasdoorstroomtellers die zijn voorzien van een dun venster. ($<0,5 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$). De tellers hebben een lage achtergrond. De telopbrengst wordt berekend uit het verschil in de resultaten van de beide telpreparaten en de toegevoegde activiteit aan ^{241}Am .

3.3 Bepaling van de totaal béta-activiteitsconcentratie in afvalwater

Van het homogeniseerde monster wordt 10,0 mL drooggedampt op een roestvast stalen telschaaltje met een diameter van 50 mm. Het preparaat heeft een geringe laagdikte. De telefficiëntie wordt bepaald met behulp van een standaard, een teleschaaltje waarop een bekende hoeveelheid ^{90}Sr in ingedampt. Hier is afgeweken van de Nederlandse norm die ^{40}K als referentienuclide voorschrijft [NE87]. De metingen worden uitgevoerd met proportionele gasdoorstroomtellers die zijn voorzien van een dun venster ($<0,5 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$). De tellers hebben een lage achtergrond. Bij het droogdampen verdwijnen vluchtige béta-stralers zoals ^3H en anorganisch ^{14}C ($^{14}\text{CO}_2$). Minder vluchtige ^{14}C -verbindingen dragen waarschijnlijk wel voor een deel bij aan de telling.

3.4 **Bepaling van de activiteitsconcentratie van gammastraling uitzendende nucliden in afvalwater**

Van het ongegeleerde monster worden twee monsters van 250 ml afgemeten. Elk van deze monsters wordt volgens voorschrift in een teldoos gemengd met behangplaksel en geschud tot een homogene stijve massa verkregen is. Dit 'geleren' dient ter voorkoming van het uitzakken van de radioactieve componenten bij gammaspectrometrische analyses met lange telltijden [LS90]. Van de ontstane gegeleerde telpreparaten wordt over het energiebereik van 30 keV tot 2 MeV een gamma-spectrum opgenomen met behulp van een N-type halfgeleiderdetector met hoge energieresolutie in combinatie met een pulssorteerder met 8000 kanalen. De meettijd is 1000 min. Het spectrum wordt geanalyseerd met behulp van het analyseprogramma GammaVision. Hierbij wordt een nuclidenbibliotheek gebruikt met de nucliden als vermeld in Tabel A2.

De door KTA 1504 voorgeschreven radionucliden zijn in Tabel A2 aangegeven met een '*' [KT94]. Het analyseresultaat is de activiteit van de in de nuclidenbibliotheek opgenomen nucliden of de detectielimieten voor alle nucliden uit de nuclidenbibliotheek waarvan de signalen niet boven een bepaalde signaal/ruis-verhouding uitkomen en de som van de activiteiten van alle gedetecteerde nucliden. Daarnaast wordt door het analyseprogramma melding gemaakt van pieken die wel gedetecteerd zijn in het spectrum maar die niet aan één van de nucliden in de bibliotheek zijn toe te wijzen. Is dit het geval dan vindt een nadere analyse van het spectrum plaats. In dit kader heeft RIVM onlangs een nuclidespecifieke kalibratie uitgevoerd voor een aantal gammastralers die niet in de nuclidenbibliotheek staan maar regelmatig in afvalwater van NRG voorkomen. Het gaat om ^{67}Ga , ^{111}In , ^{181}W , ^{186}Re , ^{188}W en ^{203}Pb . RIVM corrigeert net als NRG voor radioactief verval door de activiteitsconcentratie van de gedetecteerde nucliden terug te rekenen naar het midden van de monsterperiode [NR04].

Indien door RIVM geen enkele gammastraler wordt aangetoond, wordt tenminste de detectielimiet voor ^{60}Co gegeven. De detectielimiet voor ^{60}Co geeft een indicatie van de bereikte meetgevoeligheid volgens KTA 1504 [KT94]. KTA 1504 eist dat bij het meten van gammastraling uitzendende radionucliden in gedestilleerd water de detectielimiet voor ^{60}Co kleiner is dan 1 kBq m^{-3} .

3.5 **Bepaling van de ^3H -activiteitsconcentratie in afvalwater**

Aan 25 ml van het monster wordt 0,2 g Na_2CO_3 toegevoegd om het alkalisch te maken. Nadat een deel van het monster is gedestilleerd, wordt door middel van LSC-telling de activiteitsconcentratie van ^3H bepaald. Per monsterflesje wordt één telling van maximaal 200 minuten uitgevoerd. Het telpreparaat bestaat uit 10,0 ml destillaat en 10,0 ml scintillatievloeistof (Ultima Gold LLT).

3.6 Bepaling van de totaal alfa- en totaal bèta-activiteitsconcentratie in ventilatielucht

Uit het aërosolfilter wordt een schijf met een diameter van 46 mm geponst. Met behulp van een proportionele gasdoorstroomteller met een lage achtergrond, die van een dun venster ($< 0,5 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$) is voorzien, wordt hiervan de alfa- en bèta-telsnelheid gemeten. In overeenstemming met NVN 5636 inzake de analyse van luchtstoffilters wordt voor de bepaling van de totaal bèta-activiteitsconcentratie ^{90}Sr en voor de bepaling van de totaal-alfa-activiteitsconcentratie ^{241}Am als referentienuclide toegepast [NV06]. Aangezien de invloed van de stofbelading op de totaal-alfa efficiëntie aanzienlijk kan zijn en per monster onbekend, is in deze rapportage een onzekerheid van 30 % in de waarde voor de totaal-alfa activiteitsconcentratie opgenomen.

3.7 Bepalingen van de activiteitsconcentratie gammastraling uitzendende nucliden in ventilatielucht

Per analyse wordt van het geponste (46 mm) aërosolfilter, een koolfilter en korrels met actieve kool een gamma-spectrum opgenomen en geanalyseerd op dezelfde wijze als dit bij afvalwater gebeurt. Er wordt gecorrigeerd voor radioactief verval door de activiteit van de gedetecteerde nucliden terug te rekenen naar het midden van de monsterperiode.

Voor de meetnauwkeurigheid wordt gerefereerd aan KTA 1503.1 [KT93]. Deze eist dat bij het meten van gammastralers in ventilatielucht de detectielimiet voor ^{60}Co en ^{131}I minder dan $20 \text{ mBq}\cdot\text{m}^{-3}$ bedraagt.

3.8 Foutberekeningen

De door RIVM opgegeven fout (na teken \pm) is het 1σ -schattinginterval. Voor het bepalen hiervan is gebruik gemaakt van NEN 1047 (Receptbladen voor de statistische verwerking van waarnemingen) en NEN 3114 (Nauwkeuringheid van metingen, termen en definities) [NE90, NE91]. Indien de analyse in tweevoud is uitgevoerd wordt het gemiddelde en de fout daarin gerapporteerd. Bij het schatten van de totale fout worden telfouten, kalibratiefouten en experimentele fouten meegenomen. Onder experimentele fouten vallen bijvoorbeeld fouten in wegingen en volumebepaling.

- *Bepalingen van de totaal-alfa- en totaa-bèta-activiteitsconcentratie in afvalwater*
Voor de totaal α -bepaling wordt per analyse gebruik gemaakt van een preparaat met een ^{241}Am -standaard. De totale fout in de totaal α -activiteitsconcentratie is samengesteld uit een telfout van het preparaat zonder standaard, een telfout van het preparaat met standaard, een kalibratiefout en een experimentele fout. De totale fout in de totaal β -activiteitsconcentratie is samengesteld uit een telfout van het preparaat, een kalibratiefout en een experimentele fout.
- *Gammaspectrometrie*
Voor de γ -stralers vindt rapportage plaats met een fout voorkomend uit telstatistiek, kalibratie, achtergrond, onderheid in de yield en monstervoorbehandeling. Indien cascadeverval optreedt, leidt dit tot een extra bijdrage aan de fout.
- *Bepaling van de ^3H -activiteitsconcentratie in afvalwater*
De totale fout is samengesteld uit de telfout, een kalibratiefout en een experimentele fout.

- *Bepaling van de totaal-alfa- en totaal-béta-activiteitsconcentratie in ventilatielucht*
Omdat bij de totaal-alfa-bepaling de invloed van de stoflaag op de telefficiëntie groot kan zijn en per monster verschillend wordt een onzekerheid van 30% in de berekening van de totale fout verwerkt. De totale fout in de totaal-alfa en totaal-béta-activiteitsconcentratie in luchtstif is samengesteld uit een telfout van beide deelpreparaten, een kalibratiefout, een experimentele fout (inclusief de 1% onzekerheid als gevolg van het ponsen van een deel uit het gehele filter), en alleen voor totaal-alfa de stoflaagonzekerheid van 30%

3.9 Kwaliteitsborging

Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek van het RIVM is voor een aantal verrichtingen geaccrediteerd volgens NEN-ISO-17025. Deze verrichtingen hebben betrekking op monsternamen en metingen die worden uitgevoerd in het kader van het toezicht op nucleaire installaties, het Nationaal Meetnet Radioactiviteit, en milieumonitoring in het kader van het Euratom verdrag, artikel 35 en 36.

In het kader van de bewaking van de kwaliteit van de gebruikte analyse- en meetmethoden neemt RIVM jaarlijks deel aan het ringonderzoek 'Abwasser', georganiseerd door het Duitse Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) [Ob07].

3.10 Presentatie van resultaten en vergelijking

De door NRG bepaalde activiteitsconcentraties worden met de afronding zoals die door RIVM wordt gehanteerd (volgens NEN 1047 [NE91]) overgenomen uit de opgave van NRG [NR07].

De overeenkomst tussen de meetresultaten van RIVM en die van de onderzochte nucleaire installatie (NI) wordt ingedeeld in één van de categorieën A1, A2, B, of C, die gekoppeld zijn aan een waarschijnlijkheid. Vergelijking vindt alleen plaats als zowel RIVM als het onderzochte bedrijf een activiteit hebben aangetoond en opgegeven.

Het vergelijken van de gemeten waarden x_{NI} en x_{RIVM} is ook te verwoorden als het bepalen van het verschil $\Delta = x_{NI} - x_{RIVM}$. Het verschil tussen de meetwaarden wordt berekend uit de getallen zoals deze worden weergegeven, dus na afronding van de meetwaarde van RIVM (volgens NEN 1047 [NE91]). De fout¹ in dit verschil is: $s_{\Delta} = \sqrt{(s_{NI}^2 + s_{RIVM}^2)}$. Indien de NI geen opgave doet van de onzekerheid in het analyseresultaat, wordt verondersteld dat de fout in de meetwaarde van de NI, σ_{NI} , gelijk is aan de fout in de meetwaarde van RIVM, σ_{RIVM} .

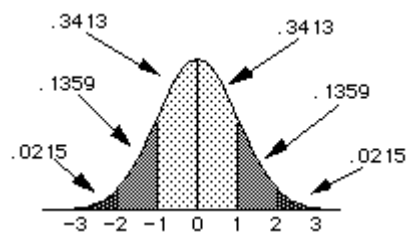
Het is hierbij in het bijzonder van belang, dat alle partijen (RIVM en NI's) een gedegen foutenberekening uitvoeren. In het ideale geval², bij een voldoende groot aantal metingen van hetzelfde monster, ligt het gemiddelde ten opzichte van de toevallige variaties zeer dicht bij de 'ware waarde' en komt de standaarddeviatie van de meetwaarden overeen met de opgegeven fouten. Als de spreiding benaderd kan worden met de normale verdeling (zie figuur), dan kunnen de volgende frequenties of waarschijnlijkheden van voorkomen van de categorieën verwacht worden:

¹ (als $s_{NI} = s_{RIVM}$ dan $s_{\Delta} = s_{RIVM} \times \sqrt{2}$)

² Waarbij de systematische fouten klein zijn t.o.v. de toevallige fouten

A1:	$ \Delta \leq s_{\Delta}$	$\sim 68\%$, ofwel circa 2 uit 3
A2:	$s_{\Delta} < \Delta \leq 2 s_{\Delta}$	$\sim 27\%$, ofwel circa 1 uit 4
B:	$2 s_{\Delta} < \Delta \leq 3 s_{\Delta}$	$\sim 4,3\%$, ofwel circa 1 uit 20
C:	$3 s_{\Delta} < \Delta $	$\sim 0,26\%$, ofwel circa 1 uit 400

In de praktijk wijkt de verdeling vaak af van de normale verdeling waardoor rekening gehouden moet worden met iets meer voorkomen van de categorie C dan hierboven wordt gesuggereerd. Veel vaker dan verwacht voorkomen van B's en C's is echter een aanwijzing voor niet onderkende, mogelijk systematische, fouten.



4 Resultaten en discussie

4.1 Meetresultaten

De resultaten van de metingen door RIVM en NRG [NR07] en de daarbij behorende fouten (σ , zie Hoofdstuk 3) zijn te vinden in Bijlage A. In Tabel A1 van deze bijlage zijn alleen die gammastralers opgenomen die zijn aangetoond. Indien een gammastraler wel door NRG maar niet door RIVM is aangetoond dan wordt de detectielimiet van RIVM voor het betreffende nuclide in deze tabel opgenomen.

4.2 Vergelijking van de resultaten

Het resultaat van de vergelijking zoals beschreven in paragraaf 3.10 is in Tabel A1 van Bijlage A vermeld onder de kop 'V'. De vergelijking van de gammaspectrometrie resultaten in afvalwater is gegeven in Tabel 3. In Tabel 3 is tevens tussen haakjes het volgens een normale verdeling verwachte voorkomen aan categorieën A1-A2-B-C te zien. Zo is af te lezen of er significant meer of minder resultaten in een categorie vallen dan verwacht.

Door de wijze waarop de activiteitsconcentratie door NRG is gerapporteerd, kon een vergelijking met de RIVM meetdata niet worden uitgevoerd. Zie paragraaf 4.2.2.

4.2.1 Afvalwater

gammaspectrometrie

De gammaspectrometrie vergelijkingsresultaten zijn in deze rapportageperiode goed, zij het dat er iets te weinig A1 en iets teveel A2 vergelijkingen zijn aangetroffen. Het kwam 19-maal voor dat RIVM een gammastraler aantoonde die niet door NRG werd opgegeven, namelijk ^{22}Na in monster 4; ^{67}Ga in monster 8; ^{95}Nb in monster 6; ^{103}Ru in monster 1 en 5; ^{106}Ru in monster 1; ^{115}Cd in monster 1; $^{115\text{m}}\text{Cd}$ in monster 1, 2, 5 en 6; ^{125}Sb in monster 5; ^{136}Cs in monster 6; ^{144}Ce in monster 3, 4 en 6; ^{188}W in monster 4, 5 en 7. Daarnaast kwam het vijfmaal voor dat NRG een nuclide vond waar RIVM dat niet heeft gedaan: ^{67}Ga in monster 5, 6 en 7, ^{111}In in monster 6, en ^{202}Tl in monster 1.

Totaal-alfa en totaal-bèta

RIVM en NRG toonden in zeven van de acht monsters totaal alfa-activiteit aan. In vier van de acht gevallen werd als vergelijkingsresultaat een A1 verkregen, naast driemaal een A2. Evenals in de vorige rapportageperiodes valt de vergelijking van totaal-bèta het vaakst in de categorie C (zes van de acht), naast ook tweemaal een A2. De waarden van NRG zijn steeds drie- tot vijfmaal hoger dan die van RIVM.

Tritium

Het vergelijken van ^3H -activiteitsconcentraties leverde achtereenvolgens driemaal een A1, gevolgd door viermaal A2 en een C.

Tabel 4 : Vergelijkingsresultaten in NRG afvalwater samengevat

Grootheid	1	2	3	4	5	6	7	8	$\Sigma A1$ *	$\Sigma A2$ *	ΣB *	ΣC *
²² Na	A1	A2	A2		A2	A1	A1	A1	4 (3-7)	3 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁵¹ Cr*						A2			0 (0-1)	1 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-0)
⁵⁴ Mn	A1	A2	A2	B	B	A2	A2	A1	<u>2</u> (3-7)	4 (0-4)	<u>2</u> (0-1)	0 (0-0)
⁵⁷ Co					A2	A1	A1	A1	3 (1-4)	1 (0-3)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁵⁸ Co	A1	A2	A1	A2	A2	A1	A2	A1	4 (3-7)	4 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁶⁰ Co	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	7 (3-7)	1 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁶⁵ Zn	A2	A2	A1	A2	A2	A2	A1	A2	<u>2</u> (3-7)	<u>6</u> (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁹⁹ Mo	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	<u>0</u> (3-7)	<u>8</u> (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹⁰³ Ru		A2				A1		A1	2 (1-3)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹⁰⁹ Cd	A2	A2	A2	A2	A2	A1	A2	A2	<u>1</u> (3-7)	<u>7</u> (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
^{110m} Ag			A2	A1		A1			2 (1-3)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
^{115m} Cd			A1	A1					2 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹²⁴ Sb	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	7 (3-7)	1 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹²⁵ Sb	A1	A1	A1	A1		A1	A2	A1	6 (3-7)	1 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³¹ I	A1	A1	A2	A1	A2	A2	A2	A2	3 (3-7)	<u>5</u> (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³⁴ Cs	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	<u>8</u> (3-7)	0 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³⁷ Cs	A2	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	6 (3-7)	2 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹⁸¹ W	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	<u>8</u> (3-7)	0 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹⁸⁸ W						A1		A1	2 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
Totaal									<u>69</u> (72-88)	<u>46</u> (24-40)	2 (2-9)	0 (0-1)
Totaal- α	A1		A1	A1	A2	A2	A1	A2	4 (3-7)	3 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
Totaal- β	C	A2	A2	C	C	C	C	C	<u>0</u> (3-7)	2 (0-4)	0 (0-1)	<u>6</u> (0-0)
³ H	C	A2	A1	A1	A2	A1	A2	A2	3 (3-7)	4 (0-4)	0 (0-1)	<u>1</u> (0-0)

* Aantallen beneden of boven de range tussen haakjes (beide situaties hebben kans < 2,5%) zijn onderstreept.

4.2.2 Ventilatielucht

De vergelijking van de RIVM meetresultaten met de HFR data van NRG is gecompliceerd omdat NRG de filters kort meet en een alarmniveau heeft ingesteld op counts per minuut. Aangezien RIVM de filters veel langer meet en tevens het volume in de meetresultaten verwerkt komt RIVM op een veel lagere activiteitsconcentratie uit (eenheid mBq.m⁻³).

De meetresultaten waren in de voorgaande rapportageperiode over 2006 alleen in counts per minuut beschikbaar. In de huidige periode 2007 zijn de data door NRG niet in de gewenste eenheid (Bq.m⁻³) verstrekt aan RIVM. Het resultaat is dat er geen vergelijking gemaakt kan worden tussen NRG en RIVM data.

Gammaspectrometrie

RIVM heeft viermaal een zeer lage activiteitsconcentratie van ²⁰³Hg en éénmaal ¹⁹¹Os in het koolfilter aangetroffen.

Totaal-alfa en totaal-bèta

RIVM heeft zevenmaal een (zeer lage) activiteitsconcentratie aan totaal-alfa aangetroffen en zesmaal een (zeer lage) activiteitsconcentratie aan totaal-bèta.

Aangezien er geen vergelijkingsparen zijn is de tabel met A1-A2-B-C resultaten niet gegeven.

4.3 Discussie

4.3.1 Afvalwater

Gammaspectrometrie

Bij de gammastralers is het voorkomen van A1, A2 en B volgens de statistische verwachting. Het totale resultaat is goed met 115-maal A1 of A2, en slechts tweemaal een B (geen C) vergelijkbaar met het voorgaande jaar.

De reden waarom RIVM 19-maal een gammastraler vindt terwijl NRG niets aantreft is niet duidelijk. Uit de resultaten en de gerapporteerde onzekerheid voor ^{60}Co blijkt dat de teltijd van NRG (16 uur = 57600 seconden) iets korter is dan de teltijd van RIVM (60000 seconden), maar dit kan niet de verklaring zijn.

Totaal-alfa en totaal-bèta

De gerapporteerde activiteitsconcentraties voor totaal-alfa zijn allen lager dan 0,5 Bq/l met een over het geheel genomen goede overeenkomst. Het verschil tussen de totaal-bèta-resultaten van RIVM en NRG is in voorgaande jaren ook al geconstateerd [KW06] : NRG rapporteert totaal-bèta activiteitsconcentraties die een factor 3-5 hoger zijn dan de waarden van RIVM. De verklaring lijkt te liggen in het voorkomen van kortlevende pure bèta-stralers in het afvalwater. Deze bèta-stralers zijn hoogstwaarschijnlijk afkomstig van de Molybdeen productiefabriek op het terrein van NRG.

Tritium

Over het geheel genomen zijn de ^3H data weer verbeterd ten opzichte van vorig jaar: zeven van de acht NRG en RIVM meetresultaten verschillen niet meer dan 3 à 4 %. Het verschil tussen het NRG en RIVM meetresultaat in het eerste monster is echter niet goed verklaarbaar.

4.3.2 Ventilatielucht HFR

Door de wijze waarop de activiteitsconcentratie door NRG is gerapporteerd, kon een vergelijking met de RIVM meetdata niet worden uitgevoerd.

Het nuclide ^{203}Hg dat RIVM in zeer lage concentraties heeft aangetoond in enkele koolpatronen is volgens opgave van NRG bedoeld als tracer in de kolenindustrie.

5 Referenties

- [Ho99] Weers AW van, Maurik CJH van, Groot TJH de. Vergelijking Gamma-metingen van zeelozingsmonsters COBRA versus Hobre. NRG-rapport 25115.20.30/99.22940. Petten, NRG, 16 juni 1999.
- [KT94] KTA 1504 Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser. Köln, KTA, 1994.
- [Kw06] Kwakman PJM, Overwater RMW. Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit van afvalwater van NRG. Periode 2006. RIVM Rapport 610330119/2012.
- [LS90] Voorschrift monstervoorbereiding en monsterbehandeling van vloeibare afvalstoffen. Brief van LSO aan de nucleaire installaties d.d. 18 september 1990, kenmerk 1364/90 LSO Sm/eh.
- [NE06] NEN 6421: 2006. Water. Bepaling van de totale bèta-activiteitsconcentratie en rest- bèta-activiteitsconcentratie van niet vluchtige bestanddelen. Delft, Nederlands Normalisatie Instituut. 2006.
- [NE90] NEN 3114. Nauwkeurigheid van metingen, termen en definities. Delft, Nederlands Normalisatie Instituut. 2e druk, Augustus 1990.
- [NE91] NEN 1047. Receptbladen voor de statistische verwerking van waarnemingen. Delft, Nederlands Normalisatie Instituut. 1991.
- [NR07] Nuclear Research and Consultancy Group, Register van activiteitsmetingen aan representatieve weekmonsters van afvalwater geloosd in 2007 op de Noordzee (beschikking DGM/SAS/20010409111, NGR, 02/08/01): week 7 (12 - 19 februari), week 11 (12 maart - 19 maart), week 12 (19 - 26 maart), week 21 (21 - 28 mei), week 25 (18 - 25 juni), week 35 (27 aug - 3 september), week 36 (3 - 10 september), week 42 (15 - 22 oktober).
- [Ob07] D. Obrikat, Ch. Hohmann, I. Krol. Kontrolle der Eigenüberwachung Radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abwasser), Ringversuch "Abwasser 2007", August 2007, SW 2 - 12/2007, Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich SW, Berlijn/München, Duitsland.
- [RI07] Jaarplan project 610330 - 2007. Notitie van RIVM/LSO aan P.J.W.M. Müskens, directeur VROM-KFD, kenmerk 063/07 LSO/Kwa/lvl, datum 1 februari 2007.

Bijlage A Meetresultaten

Tabel A 1 : Vergelijking activiteitsconcentraties gammastralers, totaal-alfa, totaal-béta en ^3H in afvalwater (kBq m^{-3}) – Deel 1 van 2

Monsternr. Datum Grootheid	1 12 - 19 februari 2007			2 12 - 19 maart 2007			3 19 - 26 maart 2007			4 21 - 28 mei 2007		
	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG
^{22}Na	15,1 ± 1,3	A1	14,5 ± 0,7	11,9 ± 1,1	A2	9,5 ± 0,8	15,7 ± 1,7	A2	12,2 ± 0,9	2,6 ± 0,6		
^{51}Cr												
^{54}Mn	32 ± 2	A1	30,4 ± 1,3	33 ± 2	A2	30,0 ± 1,3	86 ± 6	A2	79 ± 2	38 ± 2	B	31,3 ± 1,1
^{57}Co												
^{58}Co	27,9 ± 1,7	A1	26,4 ± 1,3	37 ± 2	A2	33,6 ± 1,3	72 ± 4	A1	72 ± 2	9,9 ± 0,7	A2	8,0 ± 1,2
^{60}Co	309 ± 17	A1	303 ± 4	500 ± 30	A1	486 ± 6	1060 ± 60	A1	1047 ± 12	450 ± 20	A1	431 ± 5
^{65}Zn	510 ± 40	A2	469 ± 7	110 ± 9	A2	95 ± 3	270 ± 20	A1	266 ± 6	53 ± 5	A2	45 ± 3
^{67}Ga												
^{95}Nb												
^{99}Mo	220 ± 30	A2	173 ± 5	470 ± 170	A2	152 ± 4	350 ± 100	A2	168 ± 5	77 ± 12	A2	61 ± 3
^{103}Ru	2,6 ± 0,7			4,5 ± 1,3	A2	2,7 ± 0,7						
^{106}Ru	20 ± 6											
^{109}Cd	400 ± 30	A2	364 ± 15	400 ± 30	A2	359 ± 13	940 ± 70	A2	850 ± 20	29000 ± 2000	A2	26900 ± 300
$^{110\text{m}}\text{Ag}$							17 ± 4	A2	10,0 ± 0,6	12 ± 2	A1	11,4 ± 0,5
^{111}In												
^{115}Cd	200 ± 40											
$^{115\text{m}}\text{Cd}$	440 ± 60			400 ± 60			900 ± 150	A1	700 ± 300	4100 ± 500	A1	3800 ± 1300
^{124}Sb	102 ± 13	A1	97 ± 2	91 ± 11	A1	83 ± 2	200 ± 30	A1	179 ± 3	113 ± 14	A1	105 ± 3
^{125}Sb	70 ± 4	A1	66 ± 3	70 ± 5	A1	70 ± 4	155 ± 10	A1	146 ± 7	107 ± 7	A1	99 ± 5
^{131}I	1210 ± 70	A1	1150 ± 20	23 ± 6	A1	20,0 ± 1,9	36 ± 11	A2	15 ± 3	35 ± 2	A1	34 ± 2
^{134}Cs	90 ± 13	A1	99 ± 2	170 ± 20	A1	183 ± 3	400 ± 60	A1	419 ± 5	230 ± 30	A1	251 ± 4
^{136}Cs												
^{137}Cs	220 ± 12	A2	205 ± 3	410 ± 20	A1	398 ± 4	950 ± 50	A1	945 ± 10	620 ± 40	A1	592 ± 7
^{144}Ce							83 ± 13			32 ± 5		
^{181}W	14,6 ± 1,8	A1	12 ± 5	17 ± 2	A1	16 ± 6	29 ± 4	A1	28 ± 10	27 ± 3	A1	22 ± 8
^{188}W										8,3 ± 1,7		
^{202}Tl	< 1,8		2,3 ± 0,9									
Totaal- α	0,28 ± 0,04	A1	0,35 ± 0,08	< 0,17		0,14 ± 0,05	0,31 ± 0,06	A1	0,26 ± 0,06	0,24 ± 0,05	A1	0,18 ± 0,06
Totaal- β	3630 ± 170	C	9700 ± 1300	2420 ± 110	A2	3500 ± 1000	5100 ± 200	A2	8000 ± 2000	31900 ± 1500	C	72000 ± 8000
^3H	70500 ± 1800	C	50000 ± 900	83000 ± 2000	A2	80300 ± 1500	200000 ± 5000	A1	195000 ± 4000	72400 ± 1800	A1	71800 ± 1300

Tabel A 1 : Vergelijking activiteitsconcentraties gammastralers, totaal-alfa, totaal-béta en ^3H in afvalwater (kBq m^{-3}) – Deel 2 van 2

Monsternr. Datum Grootheid	5 18 - 25 juni 2007			6 27 augustus - 3 september 2007			7 3 - 10 september 2007			8 15 - 22 oktober 2007		
	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG
	^{22}Na	12,1 ± 1,0	A2	10,8 ± 0,6	20,9 ± 1,7	A1	20,0 ± 0,8	17,4 ± 1,6	A1	16,4 ± 0,8	6,1 ± 0,9	A1
^{51}Cr				84 ± 11	A2	65 ± 10						
^{54}Mn	39 ± 2	B	34,1 ± 1,1	13,1 ± 1,0	A2	10,9 ± 0,8	22,8 ± 1,5	A2	20,2 ± 1,2	11,3 ± 0,9	A1	10,5 ± 0,9
^{57}Co	15,5 ± 0,9	A2	13,9 ± 0,5	8,5 ± 0,6	A1	8,6 ± 0,8	20,6 ± 1,2	A1	19,2 ± 0,8	20,8 ± 1,3	A1	19,9 ± 0,6
^{58}Co	6,8 ± 0,5	A2	5,6 ± 0,8	5,4 ± 0,5	A1	6,0 ± 1,0	14,8 ± 1,0	A2	12,6 ± 1,1	8,4 ± 0,6	A1	8,0 ± 1,1
^{60}Co	169 ± 9	A2	159 ± 2	198 ± 11	A1	192 ± 3	440 ± 20	A1	447 ± 5	309 ± 17	A1	299 ± 4
^{65}Zn	107 ± 8	A2	91 ± 3	99 ± 8	A2	85 ± 3	151 ± 12	A1	140 ± 4	82 ± 6	A2	72 ± 3
^{67}Ga	< 40		23 ± 6	< 203		35 ± 13	< 128		80 ± 9	31 ± 7		
^{95}Nb				2,5 ± 0,4								
^{99}Mo	590 ± 80	A2	480 ± 12	2800 ± 400	A2	2250 ± 50	1900 ± 300	A2	1560 ± 40	480 ± 60	A2	416 ± 13
^{103}Ru	2,4 ± 0,6			3,3 ± 0,8	A1	4,0 ± 1,0				3,1 ± 1,1	A1	2,1 ± 0,4
^{106}Ru												
^{109}Cd	920 ± 70	A2	806 ± 15	4900 ± 400	A1	4550 ± 50	720 ± 60	A2	615 ± 18	380 ± 30	A2	343 ± 12
$^{110\text{m}}\text{Ag}$				13 ± 2	A1	13,1 ± 0,5						
^{111}In				< 63		15 ± 4						
^{115}Cd												
$^{115\text{m}}\text{Cd}$	220 ± 50			240 ± 40								
^{124}Sb	16 ± 2	A2	13,3 ± 0,9	145 ± 18	A1	133 ± 3	148 ± 18	A1	138 ± 3	142 ± 18	A1	129 ± 3
^{125}Sb	15,0 ± 1,6			143 ± 9	A1	138 ± 6	85 ± 5	A2	77 ± 4	93 ± 6	A1	87 ± 4
^{131}I	3,2 ± 1,1	A2	1,7 ± 0,4	23 ± 4	A2	18,1 ± 1,0	77 ± 5	A2	69,2 ± 1,6	37 ± 3	A2	31 ± 3
^{134}Cs	79 ± 11	A1	83,5 ± 1,7	170 ± 20	A1	180 ± 3	117 ± 17	A1	125 ± 2	103 ± 15	A1	109 ± 2
^{136}Cs				3,5 ± 1,3								
^{137}Cs	215 ± 12	A2	197 ± 3	690 ± 40	A1	658 ± 7	350 ± 20	A1	344 ± 4	337 ± 19	A1	323 ± 4
^{144}Ce				16 ± 3								
^{181}W	12,4 ± 1,6	A1	12 ± 4	78 ± 9	A1	70 ± 30	41 ± 5	A1	38 ± 14	94 ± 11	A1	90 ± 30
^{188}W	4,5 ± 1,7			17 ± 3	A1	13 ± 4	10 ± 3			23 ± 3	A1	20 ± 4
^{202}Tl												
Totaal- α	0,24 ± 0,04	A2	0,11 ± 0,06	0,39 ± 0,07	A2	0,25 ± 0,09	0,21 ± 0,04	A1	0,30 ± 0,09	0,26 ± 0,04	A2	0,45 ± 0,11
Totaal- β	1790 ± 80	C	5500 ± 700	8600 ± 400	C	27000 ± 3000	3420 ± 160	C	13800 ± 1600	5800 ± 300	C	31000 ± 4000
^3H	21300 ± 500	A2	20700 ± 400	91000 ± 2000	A1	89900 ± 1600	64500 ± 1600	A2	62400 ± 1100	86400 ± 2200	A2	82500 ± 1500

Tabel A 2 : Nucliden in de bibliotheek voor gammaspectrometrische analyses

⁷ Be	⁶⁰ Co*	^{110m} Ag*	¹³² Te
²² Na	⁶⁵ Zn*	¹¹³ Sn	¹³⁴ Cs*
²⁴ Na	⁷⁵ Se	¹¹⁵ Cd	¹³⁶ Cs
⁴⁰ K	⁹⁵ Nb*	^{115m} Cd	¹³⁷ Cs*
⁵¹ Cr*	⁹⁵ Zr*	^{123m} Te*	¹⁴⁰ Ba*
⁵⁴ Mn*	⁹⁹ Mo	¹²⁴ Sb*	¹⁴⁰ La*
⁵⁷ Co*	¹⁰³ Ru*	¹²⁵ Sb*	¹⁴¹ Ce*
⁵⁸ Co*	¹⁰⁶ Ru*	^{129m} Te	¹⁴⁴ Ce*
⁵⁹ Fe*	¹⁰⁹ Cd	¹³¹ I*	²⁰² Tl

* Volgens KTA 1504 te onderzoeken nucliden [KT94]

Tabel A 3 : Meetresultaten totaal-alfa en totaal-béta in ventilatielucht HFR (mBq m⁻³)

Nr.	Periode	Totaal- α		Totaal- β		
		RIVM*	NRG**	RIVM	V	NRG**
1	4 - 11 februari 2007	0,022		0,25 ± 0,02		
2	11 - 18 maart 2007	0,048		0,22 ± 0,02		
3	18 - 25 maart 2007	0,025		< 0,04		
4	13 - 20 mei 2007	0,016		< 0,05		
5	10 - 17 juni 2007	0,027		0,19 ± 0,02		
6	26 augustus - 2 september 2007	0,018		0,29 ± 0,02		
7	2 - 9 september 2007	0,020		0,19 ± 0,02		
8	7 - 14 oktober 2007	< 0,014		0,116 ± 0,018		

* indicatief, daarom exclusief onzekerheid

** NRG heeft data aangeleverd, maar niet vergelijkbaar met RIVM

Tabel A 4 : Meetresultaten gammaspectrometrie in ventilatielucht HFR (mBq m⁻³)

Monsternummer Periode	Nuclide	Aërosolfilter			Koolfilter			Kool		
		RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG
1. 4 - 11 februari 2007	¹⁹¹ O _s ²⁰³ Hg	< 0,5 < 0,6			< 0,9 < 0,3			< 2 < 0,3		
2. 11 - 18 maart 2007	¹⁹¹ O _s ²⁰³ Hg	< 2 < 0,4			< 0,6 0,19 ± 0,07			< 4 < 0,8		
3. 18 - 25 maart 2007	¹⁹¹ O _s ²⁰³ Hg	< 0,7 < 0,07			0,7 ± 0,2 0,36 ± 0,10			< 1,7 < 0,7		
4. 13 - 20 mei 2007	¹⁹¹ O _s ²⁰³ Hg	< 0,5 < 0,16			< 0,4 0,19 ± 0,08			< 0,7 < 0,6		
5. 10 - 17 juni 2007	¹⁹¹ O _s ²⁰³ Hg	< 0,6 < 0,08			< 0,6 0,22 ± 0,06			< 3 < 0,7		
6. 26 aug. - 2 sept. 2007	¹⁹¹ O _s ²⁰³ Hg	< 0,8 < 0,15			< 0,9 < 0,15			< 4 < 0,7		
7. 2 - 9 september 2007	¹⁹¹ O _s ²⁰³ Hg	< 1,6 < 0,3			< 0,3 < 0,3			< 3 < 0,7		
8. 7 - 14 oktober 2007	¹⁹¹ O _s ²⁰³ Hg	< 0,7 < 0,13			< 1,7 < 0,16			< 1,9 < 0,4		

Bijlage B Bemonstering en meting door NRG in 2007

NRG Bemonsterings- en meetplan voor radioactieve stoffen in het afvalwater uit de zeeleiding: 2002

Monsterneming door NRG

Per week kunnen bij NRG, in "batches" van 75 m³ een of meer lozings van afvalwater op de Noordzee plaatsvinden. Bij de lozing voert NRG een automatische debiet proportionele bemonstering uit met het Hobre-systeem (omvat tevens de koeling en conservering), waarbij per batch van 75 m³ een monster van ca. 4 liter wordt genomen. Het weekmonster wordt opgevangen in een polytheen verzamelvat van 25 liter waarin ter conservering van het monster reeds 400 ml verdund salpeterzuur (1:1) is afgewogen. Gedurende de gehele lozingsweek bevindt het verzamelvat zich in een koelkast. Na verwisseling van het vat aan het begin van een nieuwe lozingsweek wordt uit het verzamelvat onder roeren een deelmonster van 1 liter genomen voor RIVM en een deelmonster van 1 liter voor NRG. Aan beide deelmonsters wordt een evenredige hoeveelheid drageroplossing toegevoegd om het optreden van in homogeniteiten en adsorptie aan de fleswand tegen te gaan [2].

De deelmonsters worden vervolgens tot moment van verwerking opgeslagen in een koelkast.

Analyseprocedure NRG

Van elk weekmonster worden de volgende concentraties bepaald:

Gammastralers

Voor de bepaling van activiteitconcentratie van de gamma-emitterende radionucliden wordt onder roeren 250 ml van het deelmonster afgewogen in een 500 ml polytheenfles.

Om uitzakken van het monster tijdens de meting te voorkomen wordt 10 gram geleermiddel, behangplaksel merk Perfax blauw, aan het monster toegevoegd en goed gemengd. Het aldus geleerde monster wordt gedurende 16 uur gemeten op een N-type high-purity germanium detector in lage-achtergrond meetopstelling. De methode is conform NVN 5623. Daarnaast voldoet de meetmethode aan de door de Duitse overheid gehanteerde normen zoals weergegeven in het voorschrift KTA-1504.

Totaal alfa-bepaling.

De bepaling van de totaal alfa wordt uitgevoerd met behulp van ZnS-scintillatiemetingen.

Van het gehomogeniseerde monster wordt in twee monstervaatjes elk 5 ml gepipetteerd.. Aan een van de monstervaatjes wordt een bekende hoeveelheid ²⁴¹Am-oplossing toegevoegd. Vervolgens worden beide monsters ingedampt tot droog op vooraf geprepareerde rvs-plaatjes met een diameter van 35 mm en gedurende 16 uur geteld onder een scintillatieteller met een lage achtergrond. Uit de additie van de ²⁴¹Am-oplossing wordt de correctiefactor bepaald voor de

zelfabsorptie in het ingedampte preparaat ten gevolge van de aanwezige zoutrest. Deze wijze van totaal-alfabepaling is (destijds) goedgekeurd door de VROM inspectie, regio Zuid-West.

Tritium en totaal bèta-bepaling

Tritium en totaal bèta's worden bepaald met behulp van vloeistofscintillatiespectrometrie volgens een methode waarbij gecorrigeerd wordt voor quenching.

Na homogeniseren van het monster wordt 50 ml overgebracht in een bekersglas met daarin een driepoot met een opvangbakje. Vervolgens wordt 250 mg Na_2CO_3 toegevoegd en verwarmd tot kookpunt. Na enige minuten koken wordt het bekersglas afgedekt met een rondbodemkolf gevuld met ijswater en wordt het tritium na condenseren opgevangen in het opvangbakje. Het opvangbakje bevat uiteindelijk 15-20 ml destillaat. Vervolgens wordt 10 ml destillaat gemengd met 10 ml Ultima Gold LLT en m.b.v. de LSC wordt gedurende 2 maal 10 minuten de activiteit in de energieband 0-19 keV bepaald. De methode is conform NEN 6420, echter er wordt geen natriumthiosulfaat toegevoegd.

Voor het bepalen van de totaal bèta activiteit wordt naast de meting van het gedestilleerde monster tevens een direct meting van het watermonster uitgevoerd. Vanuit deze direct meting wordt, rekeninghoudend met de correctie voor quenching, na aftrek van de tritiumactiviteit de totaal bèta-activiteit berekend.

Referenties

- [1] ECN-CX--96-059, C.J.H. van Maurik, A.W. van Weers. *Bemonsterings- en meetplan voor radioactieve stoffen in het afvalwater uit de zeeleiding*. maart 1998.
- [2] ECN-R--97-003, N.D. Engeltjes, C.J.H. van Maurik, T.J.H. de Groot, J. Zwaard, A.W. van Weers. *Testresultaten van het Hobre-systeem voor bemonstering van radioactief afvalwater uit de zeeleiding*. Oktober 1997.



Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl