



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 2006

RIVM rapport 610330119/2012

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 2006

RIVM Rapport 610330119/2012

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 2006

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 2006. 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.

In ventilatielucht toont RIVM een aantal maal een activiteitsconcentratie aan onder de detectiegrens van NRG. NRG meet de filterpakketten voor snelle screeningsdoeleinden en past daarom een veel kortere meettijd toe dan RIVM.

Het RIVM heeft in 2006 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 2006.

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 2006, the two different sets of measurements are generally in agreement.. The few discrepancies that were observed concern the presence of short-lived beta emitters in waste water. This results in consistently lower gross beta results for RIVM than for NRG.

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 2006. 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—9

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

3.6 Bepaling van de totaal alfa- en totaal béta-activiteitsconcentratie in ventilatielucht—10

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

3.8 Foutberekeningen—11

3.9 Kwaliteitsborging—11

3.10 Presentatie van resultaten en vergelijking—12

4 Resultaten en discussie—13

4.1 Meetresultaten—13

4.2 Vergelijking van de resultaten—13

4.2.1 Afvalwater—13

4.2.2 Ventilatielucht—14

4.3 Discussie—14

4.3.1 Afvalwater—14

4.3.2 Ventilatielucht HFR—15

5 Referenties—16

Bijlage A Vergelijking meetresultaten—17

Bijlage B Bemonstering en meting door NRG in 2006—20

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 2006.

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 het rapport over gaat, zijn afvalwatermonsters en ventilatieluchtmonsters afkomstig van de Nucler 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 verdeling van de totaal-alfa-vergelijkingsresultaten is redelijk tot goed. Door radioactief verval en verschil in analysemethoden is de verhouding van de totaal-bèta-resultaten van RIVM ten opzichte van NRG circa 0,15 - 0,3. De vergelijking met de tritium-resultaten van NRG is verbeterd vergeleken met voorgaande jaren. De verschillen tussen de ^3H resultaten van RIVM en NRG zijn nu voor zes van de acht monsters binnen de verwachte 3 à 4 %; twee monsters vallen daarbuiten.

In ventilatielucht van de Hoge Flux Reactor toont NRG geen enkele gammastraler aan en ook geen totaal-alfa of totaal-bèta activiteit. In een aantal gevallen toont RIVM wel activiteit aan, echter onder de detectiegrens van NRG. Dit is verklaarbaar omdat in de meetmethodiek van NRG een korte meettijd wordt gehanteerd.

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 2006.

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 op bij NRG. Tabel 1 bevat een overzicht van het vooraf overeengekomen aantal monsters en de te verrichten analyses [RI06].

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

Monsters	Aantal	Analyses
Afvalwater	8	Totaal-alfa**, totaal-bèta**, gammastralers** en ³ H*
Ventilatielucht HFR	8	gamma-emitters*, totaal-alfa*, totaal-bèta*

* Analyse in enkelvoud

** Analyse in tweevoud

In 2006 zijn acht monsters opgehaald; NRG is daarvoor zesmaal bezocht. Gegevens van de monsters staat in Tabel 2.

Tabel 2 : Monstergegevens afvalwater

Nr	Ophaaldatum	Monsterperiode	Data gammaspectrometrie *
1	22 februari 2006	13 - 20 februari 2006	28 februari, 2 maart 2006
2	5 april 2006	20 - 27 maart 2006	6, 10 april 2006
3	5 april 2006	27 maart - 3 april 2006	7, 11 april 2006
4	17 mei 2006	1 - 8 mei 2006	19, 22 mei 2006
5	28 juni 2006	12 - 19 juni 2006	3, 4 juli 2006
6	20 september 2006	11 - 18 september 2006	22, 22 september 2006
7	17 oktober 2006	2 - 9 oktober 2006	18, 19 oktober 2006
8	17 oktober 2006	9 - 16 oktober 2006	23, 24 oktober 2006

* 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	22 februari 2006	5 - 12 februari 2006	27 februari - 2 maart 2006
2	5 april 2006	12 - 19 maart 2006	7 - 10 april 2006
3	5 april 2006	19 - 26 maart 2006	8 - 12 april 2006
4	17 mei 2006	30 april - 7 mei 2006	22 - 24 mei 2006
5	28 juni 2006	11 - 18 juni 2006	29 juni - 4 juli 2006
6	20 september 2006	3 - 10 september 2006	21 - 24 september 2006
7	17 oktober 2006	24 september - 1 oktober 2006	18-19 oktober 2006
8	17 oktober 2006	1 - 8 oktober 2006	20-21 oktober 2006

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

3 Analysemethoden

Beschrijvingen van de bemonsterings- en analysemethoden toegepast door NRG in 2006, zijn gereproduceerd in Bijlage B. De methoden zijn identiek aan de methoden toegepast in de jaren eraan voorafgaand [KW06].

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 tweevoudsbepaling 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 tweevoudsbepaling de twee meetresultaten afzonderlijk gerapporteerd. Wordt het resultaat van een tweevoudsbepaling 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 worden 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 analysesresultaat 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 Foutberekeringen

De door RIVM opgegeven fout (na teken \pm) is het 1σ -schattingsinterval. 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-béta-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) [Ob06].

3.10 Presentatie van resultaten en vergelijking

De door NRG bepaalde activiteitsconcentraties worden zonder afronding overgenomen uit de opgave van NRG [NR06]. 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.

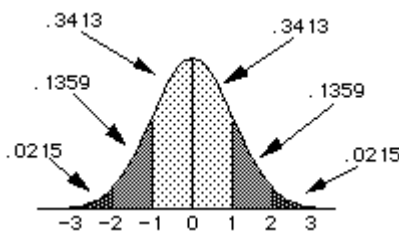
Het vergelijken van de gemeten waarden x_{NI} en x_{RIVM} is ook te verwoorden als het bepalen van het verschil $\Delta = x_{NI} - x_{RIVM}$. Het verschil tussen de meetwaarden wordt berekend uit de getallen zoals deze worden weergegeven, dus na afronding van de meetwaarde van RIVM (volgens NEN 1047 [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:

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.



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

4 Resultaten en discussie

4.1 Meetresultaten

De resultaten van de metingen door RIVM en NRG [NR06] 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 0 is in Tabel 1 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.

4.2.1 Afvalwater

gammaspectrometrie

De gammaspectrometrie vergelijkingsresultaten zijn in deze rapportageperiode goed. Het kwam viermaal voor dat RIVM een gammastraler niet aantoonde die door NRG werd opgegeven, namelijk ^{99}Mo in monster 2, 3, 6 en 7.

Het kwam daarnaast 26-maal voor dat RIVM een gammastraler aantoonde die niet door NRG werd opgegeven, namelijk ^{22}Na in monster 5; ^{57}Co in monster 5; ^{58}Co in monster 3, 5, 6, 7 en 8; ^{103}Ru in monster 1, 2 en 4; ^{106}Ru in monster 3 en 8; ^{109}Cd in monster 1, 2 en 5; $^{115\text{m}}\text{Cd}$ in monster 2, 3 en 4; ^{144}Ce in monster 2 en 4; ^{181}W in monster 1, 4, 5, 6 en 7; ^{188}W in monster 1.

Totaal-alfa en totaal-bèta

RIVM en NRG toonden in alle monsters totaal alfa-activiteit aan. In vier van de acht gevallen werd als vergelijkingsresultaat een A1 verkregen, naast tweemaal een A2 en tweemaal B.

Evenals in de vorige rapportageperiodes valt de vergelijking van totaal-bèta zonder uitzondering in categorie C. De waarden van NRG zijn steeds vier- tot zesmaal hoger dan die van RIVM.

Tritium

Het vergelijken van ^3H -activiteitsconcentraties leverde achtereenvolgens driemaal een A1, gevolgd door driemaal A2, een B 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	A1		A1		A1	A1	A1	6 (2-6)	0 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁵¹ Cr			A1						1 (0-1)	0 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-0)
⁵⁴ Mn	A1	A1	A1	A1	A2			A1	5 (2-6)	1 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁵⁷ Co	A1	A1				A1	A1		4 (1-4)	0 (0-3)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁵⁸ Co	A2	A1		A1					2 (1-3)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁶⁰ Co	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	7 (3-7)	1 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁶⁵ Zn	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A1	A1	7 (3-7)	1 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁹⁵ Nb	A1	B	A1	A1					3 (1-4)	0 (0-3)	1 (0-1)	0 (0-0)
⁹⁵ Zr				A2					0 (0-1)	1 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-0)
⁹⁹ Mo	A2			A1	A2				1 (1-3)	2 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹⁰³ Ru			A2						0 (0-1)	1 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-0)
¹⁰⁹ Cd			A2	A2				A1	1 (1-3)	2 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
^{115m} Cd									0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)
¹²⁴ Sb	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	<u>8</u> (3-7)	0 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹²⁵ Sb	A1	A2	A1	A1	A2	A1	A2	A2	4 (3-7)	4 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³¹ I	A1	B	A2	A1	A2	A2	A1		3 (3-7)	3 (0-4)	1 (0-1)	0 (0-0)
¹³⁴ Cs	A2	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	7 (3-7)	1 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³⁷ Cs	A1	A1	A1	A2	A1	A1	A1	A1	7 (3-7)	1 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹⁸¹ W		A1	A1					A1	3 (1-3)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹⁸⁸ W		A1	A1						2 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
²⁰² Tl	A1	A1						A1	3 (1-3)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
Totaal									<u>74</u> (57-72)	19 (19-33)	2 (1-8)	0 (0-1)
Totaal- α	B	A2	A1	B	A1	A1	A2	A1	4 (3-7)	2 (0-4)	<u>2</u> (0-1)	0 (0-0)
Totaal- β	C	C	C	C	C	C	C	C	<u>0</u> (3-7)	0 (0-4)	0 (0-1)	<u>8</u> (0-0)
³ H	A1	A2	C	A1	A1	B	A2	A2	3 (3-7)	3 (0-4)	1 (0-1)	<u>1</u> (0-0)

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

4.2.2 Ventilatielucht

Gammaspectrometrie

RIVM heeft zes-maal de nucliden ¹⁹¹Os en ²⁰³Hg in het koolfilter aangetroffen waar NRG dat niet heeft gedaan. RIVM vond tevens tweemaal ²⁰³Hg in de koolkorrels waar NRG niets vond.

Totaal-alfa en totaal-bèta

RIVM heeft achtmaal een (zeer lage) activiteitsconcentratie aan totaal-alfa aangetroffen en zesmaal een (zeer lage) activiteitsconcentratie aan totaal-bèta. NRG heeft in alle gevallen niets aangetroffen. 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 met 93-maal A1 of A2, slechts tweemaal een B

en geen C zelfs beter dan het voorgaande jaar. Voor het nuclide ^{124}Sb is het resultaat achtmaal een A1 zelfs meer dan verwacht.

De nucliden ^{99}Mo ($T_{1/2} = 2,75$ d) is voor een groot deel vervallen bij aanvang van de meting door RIVM zodat de detectielimiet hiervoor relatief hoog is. Dit is met name van belang bij de monsters 2, 3, 6 en 7 waar de detectiegrens van RIVM voor ^{99}Mo veel hoger is dan de gerapporteerde waarde van NRG.

De reden waarom RIVM 26-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 variëren van < 1 Bq/l voor de monsters 1, 2, 3, 5 en 8 tot 4 – 20 Bq/l in de monsters 4, 6 en 7 met een over het geheel genomen redelijk tot 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 4-6 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: zes van de acht NRG en RIVM meetresultaten verschillen niet meer dan 3 à 4 %. Het is echter nog steeds niet goed verklaarbaar dat het verschil bij monster 3 (12 %) en monster 6 (9 %) veel groter is dan bij de overige zes.

4.3.2 *Ventilatielucht HFR*

NRG meet de HFR filters met lozingslucht als geheel pakket voor snelle screeningsdoeleinden en meet daarom veel korter dan RIVM. Dit is de verklaring dat RIVM een aantal malen een activiteitsconcentratie aan totaal-alfa, totaal-bèta of gamma aantreft onder de detectiegrens van NRG. In één geval, de koolkorrels van monster 4, meet RIVM een activiteitsconcentratie voor ^{203}Hg vlak boven de detectiegrens van NRG.

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 2005. RIVM/LSO briefrapport 471/06.
- [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.
- [NR06] Nuclear Research and Consultancy Group, Register van activiteitsmetingen aan representatieve weekmonsters van afvalwater geloosd in 2006 op de Noordzee (beschikking DGM/SAS/20010409111, NGR, 02/08/01): week 7 (13 - 20 februari), week 12 (20 maart - 27 maart), week 13 (27 maart - 3 april), week 18 (1 - 8 mei), week 24 (12 - 19 juni), week 37 (11 - 18 september), week 40 (2 - 9 oktober), week 41 (9 oktober - 16 oktober). HFR ventilatieluchtdata 2006 per e-mail gestuurd door dhr. F. Moet (NRG) aan P. Kwakman (RIVM); d.d. 11 september 2007.
- [Ob06] D. Obrikat, Ch. Hohmann, I. Krol. Kontrolle der Eigenüberwachung Radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abwasser), Ringversuch "Abwasser 2006", August 2006, SW 2 - 12/2006, Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich SW, Berlin/München, Duitsland.
- [RI06] Jaarplan project 610330 - 2006. Notitie van RIVM/LSO aan VROM-Inspectie KFD, januari 2006.
- [VI07] Brief van R.D. Woittiez, directeur sector RIVM-MEV, aan P.J.W.M. Müskens, directeur VROM-KFD, kenmerk VI/KFD/2007069434_.526, datum 30 juli 2007.

Bijlage A Vergelijking 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 13 - 20 februari 2006			2 20 - 27 maart 2006			3 27 maart - 3 april 2006			4 1 - 8 mei 2006		
	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG
	^{22}Na	6,9 ± 0,6	A1	7,06 ± 0,52	2,2 ± 0,3	A1	1,78 ± 0,36				1,9 ± 0,4	A1
^{51}Cr							56 ± 11	A1	46,95 ± 9,06			
^{54}Mn	5,9 ± 0,7	A1	5,09 ± 0,76	4,1 ± 0,5	A1	3,61 ± 0,52	3,2 ± 0,5	A1	2,43 ± 0,59	5,6 ± 0,6	A1	4,95 ± 0,74
^{57}Co	1,3 ± 0,2	A1	1,63 ± 0,48	1,9 ± 0,3	A1	1,69 ± 0,31						
^{58}Co	3,9 ± 0,4	A2	2,9 ± 0,79	2,3 ± 0,3	A1	2,39 ± 0,52	3,1 ± 0,3			2,8 ± 0,3	A1	3,23 ± 0,82
^{60}Co	153 ± 9	A1	158,74 ± 2,38	79 ± 4	A1	76,29 ± 1,45	116 ± 6	A1	113,94 ± 2,05	144 ± 8	A2	152,4 ± 2,29
^{65}Zn	67 ± 5	A1	67,43 ± 2,43	41 ± 3	A1	38,02 ± 1,79	12,0 ± 1,8	A1	13,46 ± 2,05	36 ± 3	A1	33,64 ± 2,46
^{93}Nb	3,0 ± 0,5	A1	2,24 ± 0,75	4,5 ± 0,4	B	3,05 ± 0,56	2,3 ± 0,4	A1	2,76 ± 0,63	8,5 ± 0,6	A1	9,29 ± 0,92
^{95}Zr										4,7 ± 1,2	A2	7,35 ± 1,29
^{99}Mo	340 ± 110	A2	181,71 ± 5,63	< 155		8,54 ± 2,01	< 104		12,15 ± 1,73	4900 ± 700	A1	5421,1 ± 124,69
^{103}Ru	3,7 ± 0,6			3,5 ± 0,7			5,9 ± 1,1	A2	3,98 ± 1,11	3,7 ± 0,8		
^{106}Ru							15 ± 4					
^{109}Cd	19 ± 4			48 ± 6			116 ± 12	A2	97,99 ± 12,15	136 ± 13	A2	93,29 ± 21,08
$^{115\text{m}}\text{Cd}$				64 ± 17			85 ± 19			240 ± 40		
^{124}Sb	94 ± 12	A1	92,77 ± 2,41	72 ± 9	A1	68,49 ± 2,05	580 ± 70	A1	546,92 ± 7,11	140 ± 18	A1	139,34 ± 3,2
^{125}Sb	48 ± 3	A1	49,4 ± 3,06	43 ± 3	A2	38,86 ± 2,56	278 ± 17	A1	263,52 ± 9,49	106 ± 7	A1	104,72 ± 4,92
^{131}I	6,9 ± 1,8	A1	8,89 ± 2,11	69 ± 5	B	57,85 ± 2,08	105 ± 7	A2	96,74 ± 2,71	54 ± 4	A1	55,08 ± 1,27
^{134}Cs	140 ± 20	A2	164,91 ± 2,47	60 ± 8	A1	64,33 ± 1,35	119 ± 17	A1	126,47 ± 2,02	180 ± 30	A1	199,21 ± 2,19
^{137}Cs	390 ± 20	A1	394,84 ± 4,74	272 ± 15	A1	265,23 ± 3,18	370 ± 20	A1	360,83 ± 4,33	740 ± 40	A2	801,19 ± 8,01
^{144}Ce				5,1 ± 1,2						30 ± 6		
^{181}W	41 ± 5			30 ± 4	A1	28,95 ± 10,57	105 ± 12	A1	93,7 ± 34,11	32 ± 4		
^{188}W	9 ± 2			7,8 ± 1,8	A1	8,57 ± 2,17	19 ± 3	A1	16,09 ± 3,56			
^{202}Tl	7,0 ± 1,5	A1	7,4 ± 1,1	5,1 ± 0,9	A1	4,7 ± 1,17						
Totaal- α	0,92 ± 0,10	B	0,59 ± 0,1	0,43 ± 0,06	A2	0,32 ± 0,08	0,93 ± 0,10	A1	0,79 ± 0,11	8,0 ± 0,7	B	10,21 ± 0,34
Totaal- β	3730 ± 180	C	12132 ± 1531	2410 ± 110	C	9609 ± 1483	10000 ± 500	C	53257 ± 6356	3420 ± 160	C	22053 ± 2832
^3H	76000 ± 1900	A1	77434 ± 1483	111000 ± 3000	A2	106054 ± 1929	256000 ± 7000	C	225545 ± 4081	143000 ± 4000	A1	139223 ± 2527

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 12 - 19 juni 2006			6 11 - 18 september 2006			7 2 - 9 oktober 2006			8 9 - 16 oktober 2006		
	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG
	²² Na	7,8 ± 0,7			15,6 ± 1,3	A1	14,33 ± 0,63	5,4 ± 0,5	A1	5,5 ± 0,41	2,9 ± 0,7	A1
⁵¹ Cr												
⁵⁴ Mn	2,0 ± 0,4	A2	1,3 ± 0,38							6,5 ± 1,0	A1	7,97 ± 1,22
⁵⁷ Co	0,56 ± 0,13			2,0 ± 0,3	A1	1,75 ± 0,32	0,88 ± 0,16	A1	0,7 ± 0,23			
⁵⁸ Co	1,16 ± 0,19			1,3 ± 0,3			0,8 ± 0,2			2,2 ± 0,4		
⁶⁰ Co	46 ± 3	A1	45,32 ± 1	24,6 ± 1,5	A1	24,22 ± 0,78	36 ± 2	A1	36,73 ± 0,99	460 ± 30	A1	466,9 ± 6,07
⁶⁵ Zn	18,0 ± 1,6	A1	17,9 ± 1,2	22 ± 2	A2	18,44 ± 1,11	21,3 ± 1,8	A1	19,65 ± 1,18	46 ± 5	A1	41,66 ± 3,12
⁹⁵ Nb												
⁹⁵ Zr												
⁹⁹ Mo	610 ± 190	A2	292,5 ± 7,02	< 62		25,19 ± 1,69	< 240		29,56 ± 1,42			
¹⁰³ Ru										27 ± 5		
¹⁰⁶ Ru										145 ± 14	A1	131,17 ± 16,13
¹⁰⁹ Cd	16 ± 4											
^{115m} Cd												
¹²⁴ Sb	18 ± 2	A1	16,17 ± 1,02	38 ± 5	A1	37,77 ± 1,55	33 ± 4	A1	29,09 ± 1,4	1000 ± 120	A1	970,98 ± 11,65
¹²⁵ Sb	19,4 ± 1,5	A2	15,87 ± 1,68	31 ± 2	A1	29,91 ± 2,03	23,7 ± 1,7	A2	19,45 ± 1,56	530 ± 30	A2	491,4 ± 16,71
¹³¹ I	77 ± 5	A2	70,59 ± 1,69	56 ± 4	A2	49,48 ± 1,29	2,9 ± 0,8	A1	3,21 ± 0,6			
¹³⁴ Cs	33 ± 5	A1	35,7 ± 0,86	28 ± 4	A1	30,16 ± 0,9	17 ± 3	A1	17,61 ± 0,74	240 ± 30	A1	252,58 ± 3,54
¹³⁷ Cs	117 ± 7	A1	117,61 ± 1,41	130 ± 7	A1	128,19 ± 1,79	81 ± 5	A1	80,11 ± 1,36	1060 ± 60	A1	1048,49 ± 11,53
¹⁴⁴ Ce												
¹⁸¹ W	13,2 ± 1,5			9,5 ± 1,2			9,6 ± 1,2			49 ± 6	A1	49,1 ± 17,87
¹⁸⁸ W												
²⁰² Tl							3,3 ± 0,6	A1	2,81 ± 0,62			
Totaal-α	0,55 ± 0,08	A1	0,48 ± 0,09	4,2 ± 0,4	A1	3,91 ± 0,22	20,1 ± 1,6	A2	17,66 ± 0,46	0,66 ± 0,08	A1	0,61 ± 0,11
Totaal-β	790 ± 40	C	5253 ± 728	670 ± 30	C	4753 ± 622	610 ± 30	C	3062 ± 419	8600 ± 400	C	46573 ± 5514
³ H	35500 ± 900	A1	34808 ± 646	27400 ± 700	B	24908 ± 466	19100 ± 500	A2	18344 ± 348	198600 ± 5100	A2	189588 ± 3433

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	NRG	RIVM	V	NRG
1	5 - 12 februari 2006	0,025 ± 0,011	< 0,149	< 0,149	0,094 ± 0,017	< 0,528	< 0,528
2	12 - 19 maart 2006	0,051 ± 0,018	< 0,153	< 0,153	< 0,05	< 0,541	< 0,541
3	19 - 26 maart 2006	0,020 ± 0,009	< 0,147	< 0,147	0,142 ± 0,019	< 0,521	< 0,521
4	30 april - 7 mei 2006	0,023 ± 0,011	< 0,154	< 0,154	0,088 ± 0,019	< 0,544	< 0,544
5	11 - 18 juni 2006	0,06 ± 0,02	< 0,156	< 0,156	0,066 ± 0,018	< 0,551	< 0,551
6	3 - 10 september 2006	0,026 ± 0,011	< 0,145	< 0,145	0,141 ± 0,018	< 0,515	< 0,515
7	24 september - 1 oktober 2006	0,029 ± 0,012	< 0,154	< 0,154	0,131 ± 0,019	< 0,544	< 0,544
8	1 - 8 oktober 2006	0,029 ± 0,012	< 0,150	< 0,150	< 0,05	< 0,532	< 0,532

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

Monsternummer	Nuclide	Aërosolfilter			Koolfilter			Kool		
		RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG	RIVM	V	NRG
1.	¹⁹¹ Os	< 0,9	< 12	< 12	2,5 ± 0,5	< 12	< 12	< 1,6	< 12	< 12
05 - 12 februari 2006	²⁰³ Hg	< 0,3	< 3,2	< 3,2	1,74 ± 0,15	< 3,2	< 3,2	< 0,7	< 3,2	< 3,2
2.	¹⁹¹ Os	< 1,5	< 12	< 12	4,0 ± 0,8	< 12	< 12	< 2	< 12	< 12
12 - 19 maart 2006	²⁰³ Hg	< 0,3	< 3,2	< 3,2	1,41 ± 0,17	< 3,2	< 3,2	< 0,4	< 3,2	< 3,2
3.	¹⁹¹ Os	< 1,5	< 12	< 12	4,7 ± 1,0	< 12	< 12	< 2	< 12	< 12
19 - 26 maart 2006	²⁰³ Hg	< 0,14	< 3,2	< 3,2	< 0,3	< 3,2	< 3,2	< 0,5	< 3,2	< 3,2
4.	¹⁹¹ Os	< 1,0	< 12	< 12	5,0 ± 1,3	< 12	< 12	< 2	< 12	< 12
30 april - 7 mei 2006	²⁰³ Hg	< 0,2	< 3,2	< 3,2	0,32 ± 0,04	< 3,2	< 3,2	3,9 ± 0,4	< 3,2	< 3,2
5.	¹⁹¹ Os	< 0,9	< 12	< 12	1,3 ± 0,3	< 12	< 12	< 2	< 12	< 12
11 - 18 juni 2006	²⁰³ Hg	< 0,3	< 3,2	< 3,2	0,46 ± 0,11	< 3,2	< 3,2	< 0,7	< 3,2	< 3,2
6.	¹⁹¹ Os	< 0,5	< 12	< 12	7,0 ± 1,4	< 12	< 12	< 1,7	< 12	< 12
3 - 10 september 2006	²⁰³ Hg	< 0,14	< 3,2	< 3,2	1,82 ± 0,16	< 3,2	< 3,2	< 0,3	< 3,2	< 3,2
7.	¹⁹¹ Os	< 1,5	< 12	< 12	< 1,0	< 12	< 12	< 2	< 12	< 12
24 sept - 01 okt 2006	²⁰³ Hg	< 0,3	< 3,2	< 3,2	0,8 ± 0,2	< 3,2	< 3,2	0,9 ± 0,2	< 3,2	< 3,2
8.	¹⁹¹ Os	< 0,8	< 12	< 12	< 1,1	< 12	< 12	< 2	< 12	< 12
01 - 08 oktober 2006	²⁰³ Hg	< 0,3	< 3,2	< 3,2	0,8 ± 0,2	< 3,2	< 3,2	< 2	< 12	< 3,2

Bijlage B Bemonstering en meting door NRG in 2006



BIJLAGE

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

Monsterneming NRG
 Per week kunnen bij NRG, in "batches" van 75 m³ een of meer lozingen 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 2 liter voor NRG. Aan beide deelmonsters wordt een evenredige hoeveelheid drageroplossing toegevoegd om het optreden van inhomogeniteiten 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:

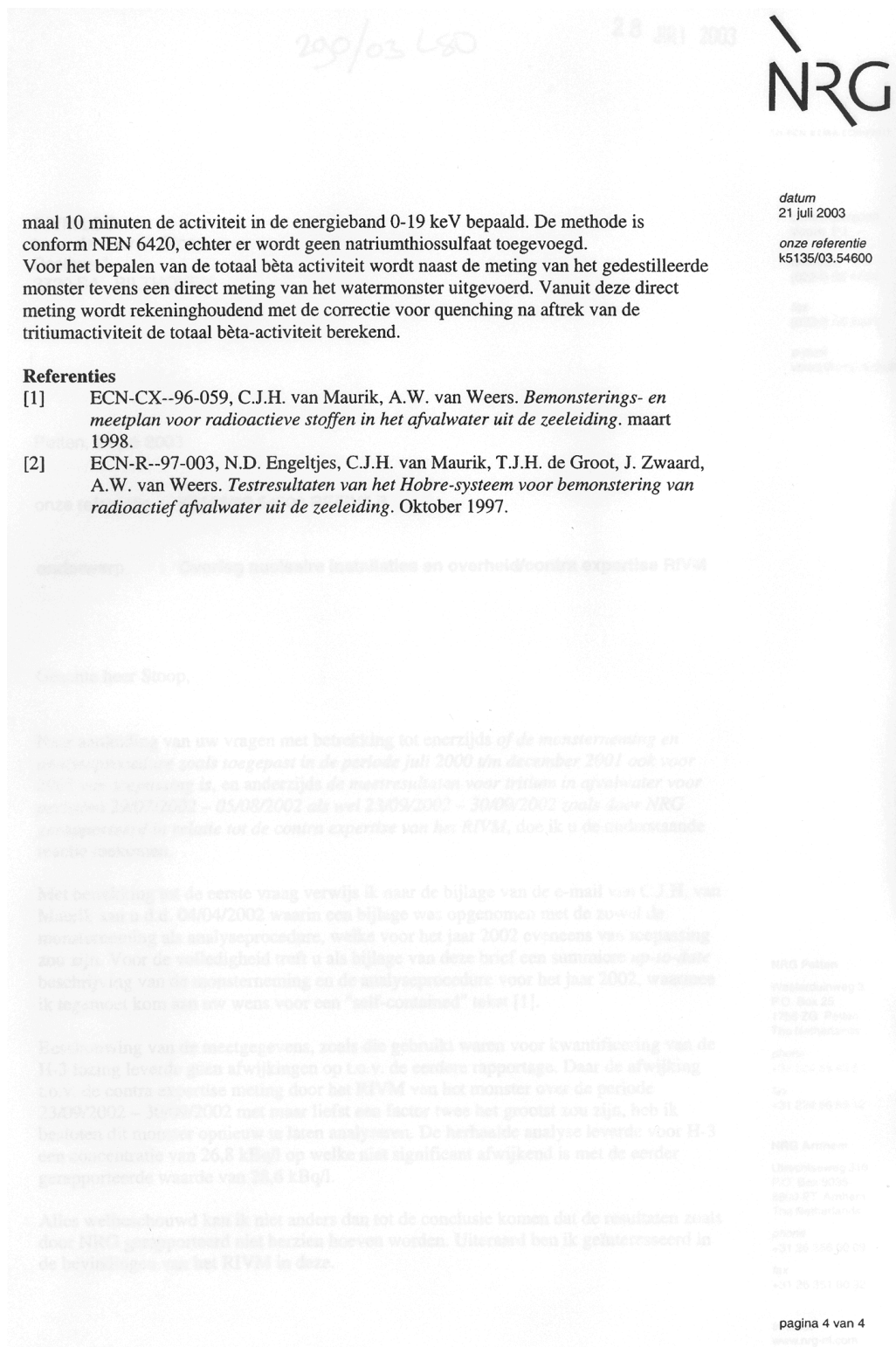
- Gammastralers
 Voor de bepaling van activiteitsconcentratie van de gamma-emitterende radionucliden wordt onder roeren 250 ml van het deelmonster afgewogen in een 500 ml polytheenfles. Om uitzakken van het monster tijdens de meting te voorkomen wordt 10 gram geleermiddel, behangplaksel merk Perfax blauw, 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. De methode is "Inspectie Milieuhygiëne Zuid-West" goedgekeurd.
- 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 bekerglas met daarin een driepoot met een opvangbakje. Vervolgens wordt 250 mg Na₂CO₃ toegevoegd en verwarmd tot kookpunt. Na enige minuten koken wordt het bekerglas 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 Instagel en m.b.v. de LSC wordt gedurende 2

datum
21 juli 2003

onze referentie
k5135/03.54600

pagina 3 van 4

Figuur B 1 : Monsternaming en analyseprocedures van NRG pagina 1 van 2



Figuur B 1 : Monsternamen en analyseprocedures van NRG pagina 2 van 2



Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl