

The RIVM logo is displayed in white lowercase letters on a yellow rectangular background. The letters are bold and sans-serif.

RIVM rapport 610330083/2008
P.J.M. Kwakman | R.M.W. Overwater

Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit van afvalwater en ventilatielucht van de kernenergiecentrale Borssele

Periode 2006

RIVM Rapport 610330083/2008

**Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit van
afvalwater en ventilatielucht van de kernenergiecentrale
Borssele**
Periode 2006

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

Contact:
Pieter 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

© RIVM 2008

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

Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit van afvalwater en ventilatielucht van de kernenergiecentrale Borssele

Het RIVM controleert achtmaal per jaar de metingen van de kerncentrale Borssele. Het gaat hierbij om lozingen van radioactiviteit in water en lucht. De contra-expertise onderbouwt de betrouwbaarheid van de analyses die de kerncentrale uitvoert. Doorgaans komen de analyses overeen, zo ook in 2006. Enkele verschillen in dat jaar betreffen radionucliden in ventilatielucht met een korte halfwaardetijd (enkele uren of dagen). Deze verschillen komen voort uit de manier waarop de monstername wordt uitgevoerd en zijn daardoor nauwelijks kleiner te maken.

Het RIVM heeft in 2006 acht afvalwatermonsters en acht monsters van ventilatielucht geanalyseerd, die verspreid over het jaar gedurende een week zijn genomen. Opdrachtgever is de Kernfysische Dienst van het ministerie van VROM.

Trefwoorden:

kerncentrale Borssele, radioactiviteit, lozingen, afvalwater, ventilatielucht

Abstract

Contra-expertise on the determination of radioactivity of waste water and ventilation air of the Borssele nuclear power plant

Within the framework of a monitoring programme, the RIVM measures the release of radioactivity into the waste water and atmosphere of the nuclear power plant at Borssele. Measurements are carried eight times per year. This form of counter-expertise is aimed at verifying and supporting the reliability of the analyses carried out by the Borssele plant. The two different sets of measurements are generally in agreement, as was also the case in 2006. The few discrepancies that were observed in 2006 concern the presence of radionuclides with a short half-life found in the ventilation air samples. These differences originate from the way the sampling is performed and, consequently, cannot be minimized any further.

The RIVM took eight waste water samples and eight samples of ventilation air 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).

Key words:

nuclear power plant Borssele, radioactivity, discharges, waste water, ventilation air

Inhoud

Samenvatting	6
1. Inleiding	7
2. Monsters en analyse	8
3. Analysemethoden	10
3.1 Tweevoudbepalingen	10
3.2 Bepaling van de totaal alfa-activiteitsconcentratie in afvalwater	10
3.3 Bepaling van de activiteitsconcentratie van gammastraling uitzendende nucliden in afvalwater	11
3.4 Bepaling van de ³ H-activiteitsconcentratie in afvalwater	11
3.5 Bepaling van de ⁸⁹ Sr- en ⁹⁰ Sr-activiteitsconcentratie in afvalwater	11
3.6 Bepaling van de activiteitsconcentratie van gammastraling uitzendende nucliden in ventilatielucht	12
3.7 Bepaling van de activiteitsconcentratie van ³ H en ¹⁴ C in ventilatielucht	12
3.8 Foutenberekening	13
3.9 Kwaliteitsborging	14
3.10 Presentatie van resultaten en vergelijking	14
4. Resultaten en discussie	16
4.1 Meetresultaten	16
4.2 Vergelijking van de resultaten	16
4.2.1 Afvalwater	16
4.2.2 Ventilatielucht	16
4.3 Discussie	18
4.3.1 Afvalwater	18
4.3.2 Ventilatielucht	19
Literatuur	21
Bijlage A Vergelijking meetresultaten	23
Bijlage B Analyseprocedures van KCB	27

Samenvatting

Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van het 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 het RIVM met die van de nucleaire installaties wordt ingedeeld in vier categorieën, in afnemende volgorde A1, A2, B en C.

De contra-expertisemonsters waar het voorliggende rapport over gaat, zijn afkomstig van de kernenergiecentrale te Borssele (KCB). Het betreft zowel afvalwatermonsters als filters waarmee de uitgaande ventilatielucht van het gebouw is bemonsterd. Het RIVM bepaalde de activiteitsconcentratie van gammastralers, totaal-alfa, tritium en $^{89}\text{Sr} + ^{90}\text{Sr}$ in afvalwater, en van gammastralers in ventilatielucht.

Bij de vergelijking van de gemeten concentraties aan gammastralers in het door de KCB gegeleerde monster, bleek een redelijke tot goede overeenstemming. Deze overeenstemming in het door het RIVM gegeleerde monster is duidelijk minder, hoogstwaarschijnlijk door een inhomogene verdeling van radionucliden in het afvalwatermonster. Voor ^3H is de overeenstemming acceptabel, maar kan zeker nog verbeterd worden. Het RIVM toonde een lage totaal-alfa en een ^{89}Sr activiteitsconcentratie aan waar de KCB niets vond.

In alle acht filterpakketten voor luchtbemonstering hebben zowel de KCB als het RIVM een ^{131}I activiteit aangetroffen, en in het zesde monster ook ^{133}I . De kortlevende nucliden ^{132}I en ^{135}I zijn wel door de KCB, maar niet door het RIVM aangetroffen. Het RIVM trof nog enkele minieme sporen aan van $^{123\text{m}}\text{Te}$ in monster 7.

1. Inleiding

Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van het 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 voor de contra-expertise gebruikte monsters en de hiervan bepaalde radioactieve eigenschappen. In hoofdstuk 3 staat een beschrijving van de door het RIVM toegepaste analysemethoden en de wijze waarop de resultaten van het 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 het voorliggende rapport over gaat, zijn afkomstig van de kernenergiecentrale te Borssele (KCB). Het betreft zowel afvalwatermonsters als filters waarmee de uitgaande ventilatielucht van het gebouw is bemonsterd.

2. Monsters en analyse

Het RIVM haalt periodiek afvalwater- en ventilatieluchtmonsters op bij de KCB. Van het afvalwater (batchmonsters) stelt de KCB het eigen gelpreparaat en circa 1 liter ongegeleerd water beschikbaar voor contra-expertise door RIVM. Vanaf 2004 bepaalt het RIVM in alle batchmonsters ^3H . Voor het bepalen van de radioactiviteit in uitgaande ventilatielucht gebruikt de KCB aerosolfilters en DSM11- en kool-absorbers. De ventilatieluchtmonsters voor het RIVM komen uit een aparte, ‘redundante’ bemonsteringsinstallatie. Tabel 1 bevat een overzicht van het vooraf afgesproken aantal monsters en de analyses [RI06].

Tabel 1 **Overzicht van vooraf afgesproken aantal monsters en analyses**

Monsters	Aantal	Soort monster	Analyses
Afvalwater	8	Batchmonster. Water en gel. Zo mogelijk vier uit de splijststofwisselperiode.	Gelmonster: gammastralers*, Watermonster: gammastralers* en $^3\text{H}^*$
	1	Kwartaalmengmonster; in even jaren afkomstig uit de splijststofwisselperiode	Totaal- α^{**} ^{89}Sr , $^{90}\text{Sr}^{**}$
Ventilatielucht	8	Weekmonsters (filterpakketten bestaande uit 1 \times aerosolfilter, 2 \times DSM11-absorber en 2 \times kool-absorber)	gammastralers* in filterpakket als geheel; bij indicatie van aanwezigheid van halogenen tevens onderdelen apart
	1	Kwartaalmonster (carbosorb en condensatiewater)	$^3\text{H}^*$ en $^{14}\text{C}^*$

* Analyse in enkelvoud

** Analyse in tweevoud

De splijststofwisselperiode in 2006 was in november. Tabel 2 bevat de gegevens van de door het RIVM geanalyseerde afvalwatermonsters. Monsters 7 en 8 bevatten afvalwater uit de splijststofwisselperiode. Het kwartaalmengmonster komt uit het vierde kwartaal van 2006.

Om uitzakken van radioactieve componenten ondanks het geleermiddel te voorkomen wordt er naar gestreefd de gammaspectrometrische analyse binnen twee weken na ontvangst van het monster uit te voeren. Ter illustratie hiervan zijn ook de data van analyse in Tabel 2 vermeld.

Tabel 3 bevat de gegevens van de door het RIVM geanalyseerde ventilatieluchtmonsters. De ventilatieluchtmonsters worden doorgaans op dezelfde dag opgehaald als de afvalwatermonsters.

Tabel 2 **Monstergegevens afvalwater**

Nr.	Ophaaldatum	Lozingsdatum	Data gammaspectrometrie *
1	19 januari 2006	6 januari 2006	20 januari, 2 februari 2006
2	20 februari 2006	17 februari 2006	21, 22 februari 2006
3	19 april 2006	16 april 2006	26, 27 april 2006
4	31 mei 2006	24 mei 2006	8, 9 juni 2006
5	30 augustus 2006	20 augustus 2006	31 augustus, 04 september 2006
6	25 oktober 2006	23 oktober 2006	25, 26 oktober 2006
7	8 november 2006	3 november 2006	9, 9 november 2006
8	22 november 2006	21 november 2006	23, 23 november 2006

* Eerste datum: meting KCB-gel, tweede datum: meting RIVM-gel. Gestreefd wordt naar meten binnen 2 weken na ontvangst monsters (analyse gereed binnen 3 weken)

Tabel 3 **Monstergegevens ventilatielucht**

Nr.	Ophaaldatum	Monsterperiode	Datum gammaspectrometrie*
1	19 januari 2006	6 - 13 januari 2006	20 januari - 1 februari 2006
2	20 februari 2006	10 - 17 februari 2006	22 februari - 10 maart 2006
3	19 april 2006	7 - 14 april 2006	21 - 28 april 2006
4	31 mei 2006	19 - 26 mei 2006	6 - 13 juni 2006
5	30 augustus 2006	18 - 25 augustus 2006	31 augustus - 12 september 2006
6	25 oktober 2006	20 - 22 oktober 2006	25 oktober - 2 november 2006
7	8 november 2006	27 oktober - 3 november 2006	9 - 17 november 2006
8	22 november 2006	10 - 17 november 2006	23 - 27 november 2006

* De eerste datum is de meetdatum van het filterpakket als geheel. Vervolgens worden de onderdelen van het pakket gemeten.

3. Analysemethoden

Beschrijvingen van de bemonsterings- en analysemethoden toegepast door de KCB in 2006, zijn gereproduceerd in Bijlage B. Deze methoden zijn identiek aan de methoden toegepast in de voorgaande rapportages (Bijlage B en [KW05]).

3.1 Tweevoudbepalingen

LSO voert sommige analyses in tweevoud uit. Wanneer het verschil tussen de twee meetwaarden van een tweevoudbepaling 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 een langere 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.

In dit rapport zijn de gammaspectrometrische metingen door het RIVM van het door de KCB gegeleerde preparaat en van het door het RIVM gegeleerde preparaat als twee afzonderlijke metingen behandeld. De reden hiervoor is, dat het door de KCB gegeleerde preparaat en het (op een later tijdstip) door het RIVM gegeleerde preparaat, vaak in samenstelling bleken te verschillen.

3.2 Bepaling 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 activiteitsconcentratie van gammastraling uitzendende nucliden in afvalwater

Van het ongegeleerde afvalwatermonster wordt een monster van 250 ml afgemeten. Het monster 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 teltijden [LS90]. Van het ontstane gegeleerde telpreparaat wordt over het energiebereik van 80 keV tot 2 MeV een gammaspectrum opgenomen met behulp van een P-type halfgeleiderdetector met hoge energieresolutie in combinatie met een pulssorteerder met 8000 kanalen. De meettijd is 1000 minuten. Het spectrum wordt geanalyseerd met behulp van het analyseprogramma GammaVision. Hierbij wordt een nuclidenbibliotheek gebruikt met de nucliden als vermeld in Tabel A2 in Bijlage A. 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. 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. Het RIVM corrigeert net als de KCB voor radioactief verval, door de activiteitsconcentratie van de gedetecteerde nucliden terug te rekenen naar 12.00 uur van de lozingsdatum (zie ook Bijlage B, Analyseprocedures van KCB).

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

3.4 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 dit monster is gedestilleerd, wordt door middel van LSC-meting de activiteitsconcentratie van tritium 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).

3.5 Bepaling van de ^{89}Sr - en ^{90}Sr -activiteitsconcentratie in afvalwater

De bepaling van strontium in afvalwater berust op selectieve complexatie van strontiumionen door een kroonether op een Sr-specifieke kolom. De kroonether is in staat Sr^{2+} -ionen selectief te complexeren in aanwezigheid van een overmaat aan Ca^{2+} - en Ba^{2+} -ionen.

Aan een deelmonster van 250 ml wordt ^{85}Sr -merker en Sr-drager toegevoegd. Met ammonia wordt de oplossing op pH 10 gebracht. Vervolgens wordt een calcium- en een Na_2CO_3 -oplossing toegevoegd en dit wordt onder verwarmen geroerd. Eénwaardige en tweewaardige ionen worden door middel van een

carbonaatprecipitatie van elkaar gescheiden. Het supernatant, met daarin de éénwaardige ionen K^+ en NH_4^+ , wordt gedecanteerd. Het precipitaat (zonder éénwaardige ionen) wordt opgelost in een salpeterzuur/aluminiumnitraat-oplossing en daarna op een voorgespoelde Sr-specifieke kolom gebracht waarop de Sr-ionen achterblijven. Met water worden de Sr-ionen gedesorbeerd en opgevangen in een telflesje. Na toevoeging van scintillatiecocktail wordt het preparaat direct gemeten op de vloeistofscintillatieteller. Na twee weken volgend op de eerste meting wordt het preparaat wederom gemeten om de ingroei van ^{90}Y te bepalen. Voor de opbrengstbepaling van strontium wordt ^{85}Sr gebruikt. Het LSC-spectrum wordt in drie ‘windows’ onderscheiden. Uit het spectrum met bijdragen van ^{85}Sr , ^{89}Sr , ^{90}Sr en ^{90}Y wordt de ^{89}Sr - en ^{90}Sr -activiteits-concentratie in het afvalwatermonster berekend.

3.6 Bepaling van de activiteitsconcentratie van gammastraling uitzendende nucliden in ventilatielucht

Per analyse wordt van het filterpakket een te analyseren preparaat samengesteld bestaande uit, in volgorde, het geponste (46 mm) aerosolfilter, de DSM11-absorber 1 en de kool-absorber 1. Van dit preparaat wordt een gammaspectrum opgenomen en geanalyseerd op dezelfde wijze als dit bij afvalwater gebeurt.

De nucliden in de nuclidenbibliotheek zijn weergegeven in Tabel B3 in Bijlage B. Indien uit de analyse blijkt dat er vluchtige nucliden in het pakket aanwezig zijn, worden de vijf afzonderlijke delen (dus ook het tweede monster DSM11 en het tweede monster kool) van het totale pakket gemeten en geanalyseerd. Voor radioactief verval van de gedetecteerde nucliden wordt gecorrigeerd naar het midden van de monsterperiode¹. Voor de kalibratie van de gammaspectrometrieopstelling wordt gebruikgemaakt van een bekende hoeveelheid activiteit overgebracht in preparaatvormen van eenzelfde vorm, afmeting, mate van homogeniteit en dichtheid als de te meten filters.

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

3.7 Bepaling van de activiteitsconcentratie van 3H en ^{14}C in ventilatielucht

De KCB bemonstert anorganisch en organisch 3H en ^{14}C in een deelstroom van de geloosde ventilatielucht door middel van molecuulairzeven (zie Bijlage B). Na afloop van een kwartaal worden deze uitgestookt bij $350 \text{ }^\circ\text{C}$. De vrijkomende CO_2 en H_2O worden geadsorbeerd in een organische base en, respectievelijk, gecondenseerd. Het RIVM ontvangt van de KCB een bekend deel van het condenswater en de organische base en bepaalt daarin de activiteit van 3H en, respectievelijk, ^{14}C door middel van vloeistofscintillatietelling.

¹ De methode verschilt van die van KCB. Voor het kortst levende nuclide dat door het RIVM wordt aangetoond (^{131}I), geeft de RIVM-methode een 2% hogere waarde. Voor de overige nucliden is het verschil kleiner.

3.8 Foutenberekening

De door het RIVM opgegeven fout is het 1σ -schattingsinterval. Voor het bepalen hiervan is gebruikgemaakt van NEN 1047 (Receptbladen voor de statistische verwerking van waarnemingen) en NEN 3114 (Nauwkeurigheid 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 volumebepalingen.

- *Bepaling van de totaal alfa-activiteitsconcentratie in afvalwater*

Hier wordt per analyse gebruik gemaakt van een preparaat zonder en een preparaat met een ^{241}Am -standaard. De totale fout in de totaal alfa-activiteitsconcentratie is samengesteld uit een telfout van het preparaat zonder standaard, een telfout van het preparaat met standaard, een kalibratiefout en een experimentele fout.

- *Gammaspectrometrie*

Voor de gammastraling uitzendende nucliden vindt rapportage plaats met een aangegeven fout voortkomend uit telstatistiek, kalibratie, achtergrond, onzekerheid in de yield, monstervoorbehandeling en –in het geval van luchtmonsters– het bemonsterde volume. Aan het door de KCB aangemaakte gelpreparaat dat door het RIVM wordt gemeten, wordt geen fout voortkomend uit de monstervoorbehandeling toegekend. Indien er sprake is van cascadeverval dan is een extra fout toegevoegd aan de gerapporteerde activiteitsconcentraties.

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

De totale fout is samengesteld uit de telfout, een kalibratiefout en een experimentele fout.

- *Bepaling van de ^{89}Sr - en ^{90}Sr -activiteitsconcentratie in afvalwater*

Voor ^{89}Sr wordt de totale fout samengesteld uit de telfout, de fout in de ^{89}Sr - quenchcurve, de fout in de ^{85}Sr -opbrengstbepaling en een experimentele fout. Voor ^{90}Sr wordt de totale fout gelijk gesteld aan de fout in de ^{90}Y -bepaling. Deze is samengesteld uit de telfout na minimaal 2 weken ingroei van ^{90}Y , de fout in de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ -quenchcurve, de fout in de ^{85}Sr -opbrengstbepaling en een experimentele fout. Indien er ^{89}Sr in het monster aanwezig is dan wordt de fout in de $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ -bepaling groter door de onzekerheid in de verschilbepaling van (^{89}Sr plus ^{90}Y na ingroei) - ^{89}Sr .

- *Bepaling van de ^3H en ^{14}C -activiteitsconcentratie in ventilatielucht*

De totale fout is samengesteld uit de telfout, een onzekerheid die samenhangt met de ^3H en de ^{14}C quenchcurve en een experimentele fout. Het RIVM ontvangt en analyseert het ^{14}C - en ^3H monster dat door de KCB genomen is en kan geen uitspraak doen over de onzekerheid in de monsternamen door de KCB en de onzekerheid in de bepaling van het aantal $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ in de hoofdstroom en de deelstroom.

3.9 Kwaliteitsborging

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]. Voor ventilatieluchtmonsters wordt indien mogelijk deelgenomen aan relevante ringonderzoeken.

3.10 Presentatie van resultaten en vergelijking

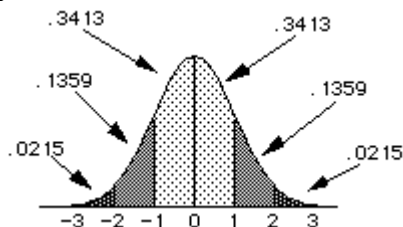
De door de KCB bepaalde activiteitsconcentraties worden zonder afronding overgenomen uit de opgaven van de KCB [KC06]. De KCB geeft 2σ op als de fout, het RIVM σ . De door de KCB opgegeven fouten worden door 2 gedeeld, zodat in dit rapport overal σ als fout wordt gebezigd. De overeenkomst tussen de meetresultaten van het 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 het 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 het RIVM (volgens NEN 1047 [NE91]). De fout² 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 het 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 geval³, 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}$	~68%, ofwel circa 2 uit 3
A2: $s_{\Delta} < \Delta \leq 2 s_{\Delta}$	~27%, ofwel circa 1 uit 4
B: $2 s_{\Delta} < \Delta \leq 3 s_{\Delta}$	~4,3%, ofwel circa 1 uit 20
C: $3 s_{\Delta} < \Delta $	~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.



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

³ Waarbij de systematische fouten klein zijn t.o.v. de toevallige fouten

Ten behoeve van de contra-expertise geeft de KCB bij de resultaten van de afvalwatermonsters twee fouten op, namelijk de totale fout inclusief inhomogeniteitsfout en de fout exclusief inhomogeniteitsfout. Bij de vergelijking van de door het RIVM bepaalde waarden in de KCB-gel met de door de KCB bepaalde waarden werd voor σ_{NI} de fout exclusief inhomogeniteitsfout gehanteerd en in de vergelijking met de RIVM-gel, de fout inclusief inhomogeniteitsfout.

4. Resultaten en discussie

4.1 Meetresultaten

De resultaten van de metingen door het RIVM en de KCB [KC06] 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 in de afvalwatermonsters zijn aangetoond. Indien een gammastraler wel door de KCB maar niet door het RIVM is aangetoond dan wordt de detectielimiet van het RIVM voor het betreffende nuclide in deze tabel opgenomen.

De activiteitsconcentratie van gammastralers in ventilatielucht zoals bepaald door het RIVM en de KCB en de vergelijking daarvan staan in Tabel A4. Onder de kop 'Pakket' in deze tabel staat '>' als het RIVM in het pakket als geheel activiteit heeft aangetoond en anders '<'. het RIVM meet de onderdelen van het pakket alleen in het eerste geval. Toont het RIVM geen activiteit aan in een gemeten onderdeel van het pakket, dan wordt de MDA (minimaal detecteerbare activiteit) opgegeven.

4.2 Vergelijking van de resultaten

Het resultaat van de vergelijking zoals beschreven in paragraaf 3.10 is in de tabellen van Bijlage A vermeld onder de kop 'V'. De vergelijking van de resultaten van de KCB met die van het RIVM voor de KCB-gel en de RIVM-gel zijn samengevat in Tabel 4 en Tabel 5. In deze tabellen 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

In de afvalwatermonsters werden 15 verschillende gammastralers zowel door het RIVM als door de KCB aangetoond (zie Tabel A1). Daarnaast toonde het RIVM nog een geringe hoeveelheid ^{125}Sb aan in monster 1 en 7, en ^{140}La in monster 5. In elk van de acht batchmonsters is door zowel de KCB als het RIVM ^3H aangetroffen. In het kwartaalmengmonster van het vierde kwartaal is door het RIVM een geringe activiteitsconcentratie aan ^{89}Sr en ^{90}Sr gevonden. Het nuclide ^{89}Sr is door de KCB niet aangetroffen (Tabel A3).

4.2.2 Ventilatielucht

Zowel de KCB als het RIVM hebben in alle ventilatieluchtfilterpakketten activiteit aangetroffen (zie Tabel 6). De KCB en het RIVM vonden een ^{131}I activiteit in alle DSM11-1 zeolieten; het RIVM vond tevens een ^{131}I activiteit in alle kool-1 absorbers, de KCB in alleen de 3^e t/m 7^e kool-1 absorber. Het RIVM en de KCB vonden ^{133}I in de DSM 11-1 zeoliet en de kool-1 absorber van monster 6; de KCB vond ^{133}I tevens in de bijbehorende DSM11-2 zeoliet, waar het RIVM niets aantrof. In de kool-1 absorber van monster 6 vond de KCB ook de kortlevende jodiumisotopen ^{132}I ($T_{1/2} = 2,3$ h) en ^{135}I ($T_{1/2} = 6,6$ h) waar het RIVM niets heeft aangetroffen. Het RIVM vond in het aerosolfilter en het eerste DSM 11 patroon een geringe hoeveelheid $^{123\text{m}}\text{Te}$; de KCB vond dit nuclide niet.

Tabel 4 **Vergelijking van RIVM- en KCB-metresultaten aan het door de KCB gegeleerde monster**

Nuclide	1	2	3	4	5	6	7	8	ΣA1 *	ΣA2 *	ΣB *	ΣC *
⁵¹ Cr							A1	A2	1 (0-2)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁵⁴ Mn							A2	A1	1 (0-2)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁵⁸ Co							B	A1	1 (0-2)	0 (0-2)	1 (0-1)	0 (0-0)
⁶⁰ Co	C	C	A2	A1	A2	A1	A1	A1	4 (3-7)	2 (0-4)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
⁹⁵ Nb							A2	A1	1 (0-2)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁹⁵ Zr							B	A1	1 (0-2)	0 (0-2)	1 (0-1)	0 (0-0)
¹⁰³ Ru							B	A2	0 (0-2)	1 (0-2)	1 (0-1)	0 (0-0)
^{110m} Ag		A1					A1	A1	3 (1-3)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹²⁴ Sb							A1	A2	1 (0-2)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³¹ I							A2	A2	0 (0-2)	2 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³³ Xe			A1		A1	A1			3 (1-3)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³⁴ Cs		A1				A1	A2	A1	3 (1-4)	1 (0-3)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³⁷ Cs	A1	A1			A1	A1	A1	A1	6 (2-6)	0 (0-4)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹⁴¹ Ce							C	A1	1 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	<u>1</u> (0-0)
¹⁴⁴ Ce							A1	A1	2 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
Totaal									28 (25-35)	10 (7-17)	3 (0-4)	<u>3</u> (0-1)

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

Tabel 5 **Vergelijking van RIVM-metresultaten aan een door het RIVM gegeleerd monster met KCB-metresultaten aan het door de KCB gegeleerde monster**

Nuclide	1	2	3	4	5	6	7	8	ΣA1 *	ΣA2 *	ΣB *	ΣC *
⁵¹ Cr							A1	A2	1 (0-2)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁵⁴ Mn							B	B	0 (0-2)	0 (0-2)	<u>2</u> (0-1)	0 (0-0)
⁵⁸ Co							A1	A2	1 (0-2)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
⁶⁰ Co	A2	C	A1	A1	C	A2	A1	A2	3 (3-7)	3 (0-4)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
⁹⁵ Nb		C					B	A2	<u>0</u> (1-3)	1 (0-2)	1 (0-1)	<u>1</u> (0-0)
⁹⁵ Zr							B	B	0 (0-2)	0 (0-2)	<u>2</u> (0-1)	0 (0-0)
¹⁰³ Ru							C	C	0 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
^{110m} Ag		A2					A1	A1	2 (1-3)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹²⁴ Sb							A1	A2	1 (0-2)	1 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³¹ I							A1	A1	2 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	0 (0-0)
¹³⁴ Cs		B				A2	A1	A1	2 (1-4)	1 (0-3)	1 (0-1)	0 (0-0)
¹³⁷ Cs	C	C			A2	A1	A1	A2	2 (2-6)	2 (0-4)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
¹⁴¹ Ce							C	C	0 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
¹⁴⁴ Ce							C	C	0 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
³ H	A2	A1	A2	C	A2	A1	A1	A2	3 (3-7)	4 (0-4)	0 (0-1)	<u>1</u> (0-0)
Totaal									<u>17</u> (29-39)	15 (9-19)	<u>6</u> (0-5)	<u>12</u> (0-1)

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

Verder heeft de KCB in het aerosolfilter van monster 2 ^{60}Co aangetroffen, en in de DSM11-1 zeoliet van monster 7 het kortlevende ^{132}I ; Het RIVM heeft beide nucliden niet gevonden. In het monster van het vierde kwartaal is zowel door het RIVM als de KCB ^3H en ^{14}C aangetoond (zie tabel A5).

Tabel 6 **Vergelijking ^{131}I in ventilatielucht**

Filter	1	2	3	4	5	6	7	8	ΣA1^*	ΣA2^*	ΣB^*	ΣC^*
DSM11-1	A2	A2	B	B	A2	A2	B	B	0 (3-7)	4 (0-4)	4 (0-1)	0 (0-0)
DSM11-2							A2	B	0 (0-2)	1 (0-2)	1 (0-1)	0 (0-0)
Kool-1			A2	A2	A1	B	A2		1 (2-5)	3 (0-3)	1 (0-1)	0 (0-0)
Kool-2									0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)	0 (0-0)
Totaal									1 (7-13)	8 (1-7)	6 (0-2)	0 (0-0)

N.B. Alleen de resultaten voor ^{131}I zijn hier weergegeven. Er is ook een A2 en een A1 verkregen voor ^{133}I in DSM11-1 en, respectievelijk, kool-1 van monster 6.

4.3 Discussie

4.3.1 Afvalwater

Algemeen

Het RIVM voert geen controle uit op alle lozingen die de KCB jaarlijks uitvoert. In opdracht van VROM voert het RIVM een contra-expertise uit op de bepalingen van KCB, uitgevoerd aan acht lozingsbatches.

Door de aard van de werkzaamheden bij de KCB is was- en spoelwater een belangrijk deel van het te lozen afvalwater. Hierdoor bevat het afvalwater vaak vlokke en uitzakkende delen. Een aantal radionucliden, zoals bijvoorbeeld Co^{2+} , Ru^{3+} , Ce^{4+} , hechten zich relatief makkelijk aan zwevende deeltjes en zal daardoor na verloop van tijd uitzakken en op de bodem van de monsterfles liggen. De verdeling van dergelijke metaalionen over het watermonster is dan zeker niet homogeen. Nucliden zoals $^{134/137}\text{Cs}^+$ en met name ^3H (als $^3\text{H}_2\text{O}$) vertonen een veel minder sterke neiging tot adsorptie aan zwevende deeltjes en zijn doorgaans wel homogeen verdeeld.

Naast een homogene verdeling over het monster speelt mogelijke adsorptie aan de fleswand een rol. Dit is van groot belang bij glazen monsterflessen: de meeste radionucliden hebben een sterke affiniteit voor glasoppervlakken en zullen na verloop van tijd adsorberen aan de glaswand. Ongewenste wandadsorptie kan geminimaliseerd worden door het gebruik van kunststof monsterflessen, het aanzuren van het monster tot circa pH 1, en het toevoegen van stabiele metaalionen (dragerionen). Dit staat omschreven in KTA 1504 [KT94]. Een nadeel van het toevoegen van stabiele metaalionen kan het optreden van meer uitvloeking zijn. Het is daarom van belang in ieder geval de pH op circa 1 te handhaven en een zodanige hoeveelheid stabiele metaalionen toe te voegen dat er geen extra uitvloeking optreedt.

Bij het beoordelen van de resultaten behaald door de KCB en in vergelijking tot de resultaten van het RIVM dienen bovenstaande argumenten altijd in beschouwing te worden genomen.

KCB-gel

Bij de vergelijking van de gemeten concentraties door het RIVM en de KCB aangetoonde gammastralers in de KCB-gel, bleek voor een groot deel van de nucliden een goede overeenstemming. Bij de vergelijkingsresultaten van de KCB-gel komen de categorieën A1, A2 en B volgens de statistische verwachting voor. Er wordt echter driemaal een C gevonden: tweemaal voor ^{60}Co in monster 1 en 2, en voor ^{141}Ce in monster 7. Dit heeft vermoedelijk te maken met een inhomogene besmetting die niet door schudden homogeen te maken is.

RIVM-gel

Bij de vergelijking van de gemeten concentraties door het RIVM en de KCB aangetoonde gammastralers in de RIVM-gel, bleek een matige overeenstemming. De categorie A1 komt te weinig voor en de categorieën B en C juist te veel. Alleen de categorie A2 komt volgens de statistische verwachting voor. Uit het feit dat in de monsters 7 en 8 de categorie A1+A2 achtmaal, respectievelijk negenmaal, voorkomt naast zesmaal een C voor ^{103}Ru , ^{141}Ce en ^{144}Ce , blijkt dat een inhomogene verdeling kan voorkomen voor enkele nucliden in een mix van ongeveer 14 nucliden. Daarnaast komt het echter ook voor dat een monster met slechts enkele nucliden niet goed homogeen is verdeeld, zoals in monster 1 en 2. Hoogstwaarschijnlijk bevat het afvalwater vlokke of anderszins uitzakkende deeltjes waaraan activiteit adsorbeert.

De ^3H vergelijkingsresultaten vertonen naast driemaal A1 en viermaal A2 ook één C. Een praktisch knelpunt bij de ^3H bepaling is de destillatieopstelling, waarin cross-contaminatie van een hoge ^3H activiteit uit een vorig monster nooit geheel is uit te sluiten. De ^3H -resultaten zijn al goed en zouden nog iets verbeterd kunnen worden, ook al omdat er geen homogeniteitsproblemen zijn te verwachten bij ^3H . In het ideale geval liggen de ^3H -resultaten niet meer dan 3% uit elkaar.

De resultaten voor ^{90}Sr en totaal-alfa in het mengmonster van het vierde kwartaal zijn gelijk aan of vlak boven de detectiegrens. Het RIVM rapporteert een relatief hoge activiteitsconcentratie van $1,6 \pm 0,3 \text{ kBq.m}^{-3}$ voor ^{89}Sr dit is slechts iets boven de detectiegrens van $< 1,0 \text{ kBq.m}^{-3}$ voor ^{89}Sr . Het mengmonster van het derde kwartaal is ook geanalyseerd op ^{89}Sr en ^{90}Sr , omdat daar een relatief hoge activiteitsconcentratie voor ^{90}Sr in is gerapporteerd door KCB. De door het RIVM teruggevonden hoeveelheid ^{90}Sr bleek echter niet zo hoog te zijn als de KCB waarde. Er heeft een heranalyse plaatsgevonden voor strontium (3e kwartaal). Dit leverde een lagere concentratie op, namelijk $5,0 \text{ kBq.m}^{-3}$ (^{90}Sr). Deze waarde komt aanmerkelijk dichterbij de meetwaarde van het RIVM ($3,39 \text{ kBq.m}^{-3}$).

De detectiegrens van het RIVM voor ^{89}Sr is veel hoger dan de door de KTA vereiste $0,5 \text{ kBq.m}^{-3}$. Dit is te wijten aan de lange periode tussen het derde kwartaal van 2006, het ophalen van het monster in januari 2007 en de meting in februari 2007.

4.3.2 Ventilatielucht

Het is opvallend dat in monster 6, vlak voor de splijtstofrevisie, een duidelijk hogere activiteitsconcentratie ^{131}I en ^{133}I aanwezig is vergeleken met de overige monsters. Volgens de kwartaalrapportage van de KCB [KC06] was dit een gevolg van het openen van een boorzuurvoorraadtank TB011B001 op 21 oktober 2006, waarbij $115 \text{ MBq } ^{131}\text{I}$ en $52,5 \text{ MBq}$ aan overige halogenen, waaronder ^{133}I , is geloosd.

De vergelijkingsresultaten (zie Tabel 6) zijn met éénmaal A1, achtmaal A2 en zesmaal B acceptabel, mede gezien het feit dat de door de KCB gerapporteerde totale fout (1s) voor de hogere activiteitsconcentraties in monster 6 in de orde ligt van 1-2%. Dit is gezien de onzekerheden bij de gehele analyse een erg kleine onzekerheid. De vergelijking zal beter uitvallen als de KCB een meer realistische onzekerheid hanteert.

Het door de KCB aangetroffen ^{60}Co in het aerosolfilter van monster 2 wordt door het RIVM niet gevonden en is mogelijk het gevolg van een laboratorium besmetting.

In het zesde monster wordt door de KCB en het RIVM zowel in DSM 11-1 als DSM 11-2 als in kool-1 het nuclide ^{131}I aangetroffen. De KCB treft ook het kortlevende ^{133}I aan, het RIVM niet. Het feit dat er zowel in DSM 11-1 als in DSM 11-2 een hoge activiteitsconcentratie aan ^{131}I wordt aangetroffen lijkt te wijzen op doorslag van elementair ^{131}I . Het is echter aannemelijker dat er een fractie van het organisch ^{131}I , dat immers eerst door DSM 11 heengaat voordat het op het eerste koolpatroon wordt geadsorbeerd, blijft hangen in DSM 11-2. Deze fractie kan berekend worden uit de verhouding van de ^{131}I - en ^{133}I -data van het RIVM en de KCB voor DSM 11-2 en kool-1: in alle drie de gevallen volgt een fractie van 3,7 – 3,8%. Deze fractie wordt in monster 7 door de KCB vrijwel exact gevonden (3,9%), waar het RIVM een wat hogere waarde vindt (6,6%). Dit is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan de grote onzekerheden bij de lage activiteitsconcentratie in monster 7.

In het zevende monster is door het RIVM zowel in het aerosolfilter als in DSM 11-1 een zeer geringe hoeveelheid $^{123\text{m}}\text{Te}$ aangetroffen, waar de KCB niets vond. Het is aannemelijk dat dit afkomstig is van ^{123}Xe en de dochter ^{123}I in de lozingslucht en dat dit ten tijde van de analyse door het RIVM geheel vervallen is tot $^{123\text{m}}\text{Te}$.

De gevonden activiteit aan geloosd ^3H en ^{14}C in het vierde kwartaal heeft als overeenkomst een A1, respectievelijk, een B. Bij deze vergelijking is uitgegaan van de meetwaarden die door de KCB en het RIVM behaald zijn met de bemonsteringsapparatuur TL080R020: op het lab van de KCB is het zeolietmateriaal uitgestookt en zowel de KCB als het RIVM hebben in deelmonsters ^3H als $^3\text{H}_2\text{O}$ en ^{14}C in Carbosorb-E bepaald. De data in het kwartaalrapport van de KCB betreffen echter de meetdata behaald in de monsters genomen met TL080R019 en geanalyseerd door Areva (voorheen Siemens). De meetdata behaald met de bemonsteringssystemen TL080R019 en TL080R020 zouden met elkaar overeen moeten stemmen, maar er worden grote verschillen gevonden, met name voor ^{14}C . Voor tritium in het vierde kwartaal was het verschil kleiner, namelijk $7,84 \cdot 10^4$ MBq (AREVA) en $9,36 \cdot 10^4$ MBq (KCB).

Het afstemmen van de meetdata behaald met de twee bemonsteringssystemen is aanleiding voor nader onderzoek.

Literatuur

- [KC97] Onderzoek aan mengmonsters radioactief afvalwater. Rapport R0087, N.V. Elektriciteits-produktiemaatschappij Zuid-Nederland KCB, 1997.
- [KC01] ‘Foutenanalyse gammaspecifieke afvalwateranalyse’, G.L.J. Haaij, ref. Lous/Haaij/R015045, 31 januari 2001.
- [KC06] Rapportages betreffende lozingen van gasvormige en vloeibare radioactieve stoffen in:
 2006 kwartaal 1 – brief KM/MCr/Hek/B06004475 dd. 31-07-06.
 2006 kwartaal 2 – brief KM/MCr/Hek/B06004585 dd. 12-10-06.
 2006 kwartaal 3 – brief KM/MCr/AJB/B07004177 dd. 21-02-07.
 2006 kwartaal 4 – brief KM/Lrs/AJB/B07004228 dd. 3-04-07.
 Lozingsrapportages afvalwater t.b.v. contra-expertise RIVM:
 datum lozing TR42 6 januari 06, volgnummer 06-01
 datum lozing TR41 17 feb 06, volgnummer 06-07
 datum lozing TR42 16 april 06, volgnummer 06-17
 datum lozing TR42 24 mei 06, volgnummer 06-23
 datum lozing TR41 20 augustus 06, volgnummer 06-40
 datum lozing TR42 23 oktober 06, volgnummer 06-55
 datum lozing TR41 3 november 06, volgnummer 06-72
 datum lozing TR41 21 november 06, volgnummer 06-87
 Meetgegevens ventilatieschacht Kernenergiecentrale Borssele (Opgesteld door P. de Ridder afd. KMS; monsteromschrijving TL080 R018):
 periode 6 - 13 januari 2006; rapportage d.d. 24-01-06
 periode 10 - 17 februari 2006; rapportage d.d. 24-02-06
 periode 7 - 14 april 2006; rapportage d.d. 27-04-06
 periode 19 - 26 mei 2006; rapportage d.d. 8 - 06-06
 periode 18 - 25 augustus 2006; rapportage d.d. 26 -10-06
 periode 20 – 22 oktober 2006; rapportage d.d. 26 - 10-06
 periode 27 oktober – 3 november 2006; rapportage d.d. 8-11-06
 periode 10 - 17 november 2006; rapportage d.d. 27-11-06
- [KT93] KTA 1503.1 Überwachung der Ableitung gasförmiger und aerosolgebundener radioaktiver Stoffe. KTA, Köln, 1993.
- [KT94] KTA 1504 Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe im Wasser. KTA, Köln, 1994.
- [KW05] Kwakman PJM, Overwater RMW. Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit van afvalwater en ventilatielucht van de kernenergiecentrale Borssele. Periode 2005, RIVM/LSO rapport 469/06.
- [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.

- [NE90] NEN 3114. Nauwkeurigheid van metingen, termen en definities. Nederlands Normalisatie Instituut. Delft, augustus 1990.
- [NE91] NEN 1047. Receptbladen voor de statistische verwerking van waarnemingen. Nederlands Normalisatie Instituut. Delft, 1991.
- [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 A1 Vergelijking van de activiteitsconcentratie van gammastralers in afvalwater van de KCB (kBq m⁻³)

Monsternr. Datum Nuclide	1 6 januari 2006				2 17 februari 2006				3 16 april 2006				4 24 mei 2006							
	KCB-gel	V	KCB*	V	RIVM-gel	KCB-gel	V	KCB*	V	RIVM-gel	KCB-gel	V	KCB*	V	RIVM-gel					
⁵¹ Cr																				
⁵⁴ Mn																				
⁵⁸ Co					1,5 ± 0,3					1,4 ± 0,3										
⁶⁰ Co	9,7 ± 0,6	C	7,49 ± $\frac{0,265}{1,705}$	A2	4,5 ± 0,4	199 ± 10	C	158 ± $\frac{2,215}{35,62}$	C	49 ± 3	4,4 ± 0,4	A2	3,79 ± $\frac{0,17}{0,87}$	A1	3,1 ± 0,3	2,3 ± 0,3	A1	2,34 ± $\frac{0,14}{0,545}$	A1	2,2 ± 0,3
⁹⁵ Nb					< 1,6			0,76 ± $\frac{0,255}{0,305}$	C	2,1 ± 0,3										
⁹⁵ Zr																				
¹⁰³ Ru																				
^{110m} Ag					4,3 ± 0,7	A1		3,66 ± $\frac{0,2}{0,34}$	A2	4,7 ± 0,8										
¹²⁴ Sb																				
¹²⁵ Sb	< 0,9				2,8 ± 0,5															
¹³¹ I																				
¹³³ Xe										7 ± 3	A1	4,98 ± $\frac{0,485}{0,5}$		< 11,2						
¹³⁴ Cs					3,1 ± 0,5	A1		2,76 ± $\frac{0,17}{0,185}$	B	1,8 ± 0,4										
¹³⁷ Cs	0,6 ± 0,2	A1	0,62 ± $\frac{0,11}{0,11}$	C	6,7 ± 0,5	9,7 ± 0,6	A1	10,2 ± $\frac{0,38}{0,46}$	C	6,8 ± 0,5				< 1,4		0,35 ± $\frac{0,09}{0,09}$		< 1,9		
¹⁴⁰ La																				
¹⁴¹ Ce																				
¹⁴⁴ Ce																				
³ H			1880000 ± 50500	A2	1960000 ± 50000			285000 ± 7800	A1	279000 ± 7000			1010000 ± 27200	A2	1060000 ± 30000			1660000 ± 44700	C	1190000 ± 30000

* Meetresultaat van KCB: de bovenste fout is exclusief inhomogeniteitsfout, de onderste is de totale fout

Tabel A1 Vervolg

Monsternr. Datum Nuclide	5 20 augustus 2006				6 23 oktober 2006				7 3 november 2006				8 21 november 2006								
	KCB-gel	V	KCB*	V	RIVM-gel	KCB-gel	V	KCB*	V	RIVM-gel	KCB-gel	V	KCB*	V	RIVM-gel	KCB-gel	V	KCB*	V	RIVM-gel	
⁵¹ Cr										17 ± 5	A1	13,4 ± 1,365 3,31	A1	12,6 ± 1,8	41 ± 5	A2	32,9 ± 1,65 7,585	A2	47 ± 4		
⁵⁴ Mn										2,1 ± 0,5	A2	1,3 ± 0,17 0,34	B	2,3 ± 0,3	2,9 ± 0,5	A1	3,35 ± 0,235 0,79	B	5,7 ± 0,6		
⁵⁸ Co										13,1 ± 0,8	B	15 ± 0,455 1,215	A1	15,7 ± 1,0	20,5 ± 1,2	A1	21,1 ± 0,555 1,675	A2	23,6 ± 1,5		
⁶⁰ Co	1,14 ± 0,17	A2	0,91 ± 0,105 0,23	C	8,8 ± 0,7	203 ± 10	A1	197 ± 2,7 44,4	A2	263 ± 15	57 ± 3	A1	56,2 ± 0,925 12,68	A1	49 ± 3	78 ± 4	A1	77,8 ± 1,2 17,545	A2	99 ± 6	
⁹⁵ Nb	0,55 ± 0,14				< 0,8						68 ± 4	A2	61,4 ± 1,26 13,87	B	21,2 ± 1,3	38 ± 2	A1	37,4 ± 0,845 8,455	A2	54 ± 3	
⁹⁵ Zr											55 ± 3	B	46,8 ± 1,1 10,585	B	16,2 ± 1,2	26,6 ± 1,6	A1	27,3 ± 0,72 6,185	B	43 ± 3	
¹⁰³ Ru											9,9 ± 1,0	B	7,46 ± 0,505 0,505	C	3,5 ± 0,6	7,6 ± 0,9	A2	6,55 ± 0,455 0,455	C	12,4 ± 1,2	
^{110m} Ag											9,4 ± 1,5	A1	9,23 ± 0,235 0,73	A1	10,5 ± 1,7	7,3 ± 1,2	A1	6,51 ± 0,205 0,53	A1	7,1 ± 1,2	
¹²⁴ Sb											5,3 ± 0,7	A1	4,93 ± 0,735 0,825	A1	5,6 ± 0,8	6,4 ± 1,1	A2	4,23 ± 0,205 0,375	A2	5,8 ± 0,9	
¹²⁵ Sb											< 9,3										3,6 ± 0,6
¹³¹ I											33 ± 2	A2	30,1 ± 0,76 1,07	A1	32 ± 2	3,7 ± 0,6	A2	2,77 ± 0,185 0,2	A1	2,5 ± 0,4	
¹³³ Xe	5,9 ± 1,3	A1	6,82 ± 0,67 0,69		< 4,2	2,4 ± 1,3	A1	3,58 ± 0,43 0,44		< 5,9											
¹³⁴ Cs	0,48 ± 0,13				0,6 ± 0,2	4,8 ± 0,7	A1	4,42 ± 0,2 0,23	A2	5,5 ± 0,9	4,3 ± 0,8	A2	3,47 ± 0,165 0,185	A1	4,0 ± 0,6	4,6 ± 0,7	A1	4,61 ± 0,18 0,215	A1	4,4 ± 0,7	
¹³⁷ Cs	1,29 ± 0,15	A1	1,44 ± 0,14 0,145	A2	1,08 ± 0,15	21,8 ± 1,2	A1	21,4 ± 0,585 0,795	A1	22,7 ± 1,5	12,9 ± 0,8	A1	12,7 ± 0,415 0,525	A1	12,9 ± 0,8	18,7 ± 1,1	A1	18,8 ± 0,52	0,7	A2	16,7 ± 1,1
¹⁴⁰ La	81 ± 15				< 270																
¹⁴¹ Ce											30,3 ± 1,9	C	24 ± 0,58 0,58	C	4,7 ± 0,5	6,8 ± 0,7	A1	7,2 ± 0,275 0,275	C	15,4 ± 1,2	
¹⁴⁴ Ce											38 ± 6	A1	33,7 ± 2,535 2,535	C	11,5 ± 1,9	15 ± 3	A1	13,5 ± 1,26 1,26	C	29 ± 5	
³ H			1020000 ± 27600	A2	1070000 ± 30000			115000 ± 3100	A1	112000 ± 3000			125000 ± 3370	A1	128000 ± 3000			4170 ± 114,5	A2	4430 ± 110	

* Meetresultaat van KCB: de bovenste fout is exclusief inhomogeniteitsfout, de onderste is de totale fout

Tabel A2. De nucliden in de bibliotheek voor analyse van gammaspectra van monsters afvalwater en ventilatielucht

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 en KTA 1503.1 te onderzoeken nucliden [KT94, KT93]

† Volgens KTA 1504 te onderzoeken nucliden [KT94]

Tabel A3 Vergelijking van de activiteitsconcentratie van totaal-alfa, ⁸⁹Sr en ⁹⁰Sr in het kwartaalmengmonster van afvalwater de KCB (kBq m⁻³)

Periode Nuclide	Kwartaal 3			Kwartaal 4		
	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB
totaal-alfa				0,11 ± 0,02		< 0,126
⁹⁰ Sr	3,39 ± 0,09	C	10,8 ± 0,5	0,39 ± 0,03	C	0,570 ± 0,014
⁸⁹ Sr	< 6,9		< 0,5	1,6 ± 0,3		< 0,5

N.B. De detectielimiet voor ⁸⁹Sr voldoet niet aan KTA1504 (maximaal 0,5 kBq.m⁻³); dit heeft te maken met de lange wachttijd voor de ⁸⁹Sr bepaling en de korte halfwaardetijd van ⁸⁹Sr.

Tabel A4 Vergelijking van gamma-activiteitsconcentraties in de weekmonsters ventilatielucht (mBq m⁻³)

Monsternummer Periode	Pakket	Nuclide	Aërosolfilter			DSM11-1			DSM11-2			Kool-1			Kool-2		
			RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB
1. 6 - 13 januari	>	¹³¹ I	< 1,5		< 0,42	2,2 ± 0,6	A2	1,39 ± 0,23	1,1 ± 0,5	< 0,57		1,1 ± 0,3		< 1,02	< 0,6	Niet gemeten	
2. 10 - 17 februari	>	¹³¹ I	< 0,3		< 0,34	1,33 ± 0,14	A2	1,02 ± 0,21	< 0,7	< 0,70		0,8 ± 0,2		< 1,15	< 0,6	Niet gemeten	
		⁶⁰ Co	< 0,2		4,99 ± 0,32	< 0,5			< 0,10			< 0,2		< 0,10			
3. 7 - 14 april	>	¹³¹ I	< 0,3		< 0,66	9,5 ± 0,7	B	7,43 ± 0,52	1,0 ± 0,3	< 1,12		3,6 ± 0,4	A2	2,96 ± 0,40	< 0,5	< 1,10	
4. 19 - 26 mei	>	¹³¹ I	< 0,5		< 0,47	13,4 ± 0,9	B	11,0 ± 0,6	< 1,5	< 0,78		1,9 ± 0,2	A2	2,43 ± 0,32	< 0,7	< 0,72	
5. 18 - 25 augustus	>	¹³¹ I	< 0,3		< 0,53	1,3 ± 0,3	A2	0,90 ± 0,20	< 0,6	< 0,67		2,2 ± 0,4	A1	1,56 ± 0,54	< 0,6	< 0,76	
6. 20 - 22 oktober	>	¹³¹ I	< 0,8		< 1,38	830 ± 50	A2	763 ± 12,1	750 ± 50	A2	658 ± 10,9	19900 ± 1200	B	17100 ± 161	< 1,5	< 3,95	
		¹³² I			< 9,71			< 19,6			< 19,9			327 ± 170		< 17,3	
		¹³³ I	< 70		< 3,61	1400 ± 500	A2	494 ± 13,6			415 ± 12,2	11000 ± 1300	A1	11200 ± 214		< 7,50	
		¹³⁵ I			< 53,5			< 191			< 191			3330 ± 104		< 168	
7. 27 oktober - 3 november	>	¹³¹ I	0,49 ± 0,19		< 0,58	54 ± 3	B	44,9 ± 1,2	2,8 ± 0,3	B	1,82 ± 0,25	42 ± 3	A2	45,4 ± 1,3	< 0,3	< 0,88	
		¹³² I			< 11,5			22,1 ± 36,2			< 14,3			< 19,8		< 20,0	
		^{123m} Ie	0,23 ± 0,06			0,14 ± 0,04			< 0,1			< 0,1			< 0,1		
8. 10 - 17 november	>	¹³¹ I	< 0,5		< 0,58	14,3 ± 1,0	B	11,5 ± 0,6	1,21 ± 0,19	< 1,12		8,8 ± 0,6		< 0,88	0,5 ± 0,2	Niet gemeten	

* In het DSM11-2 van monster 6 is door de lange tijd tussen monsternamen en meting (> 12 halflives) de detectiegrens voor ¹³³I niet meer te geven.

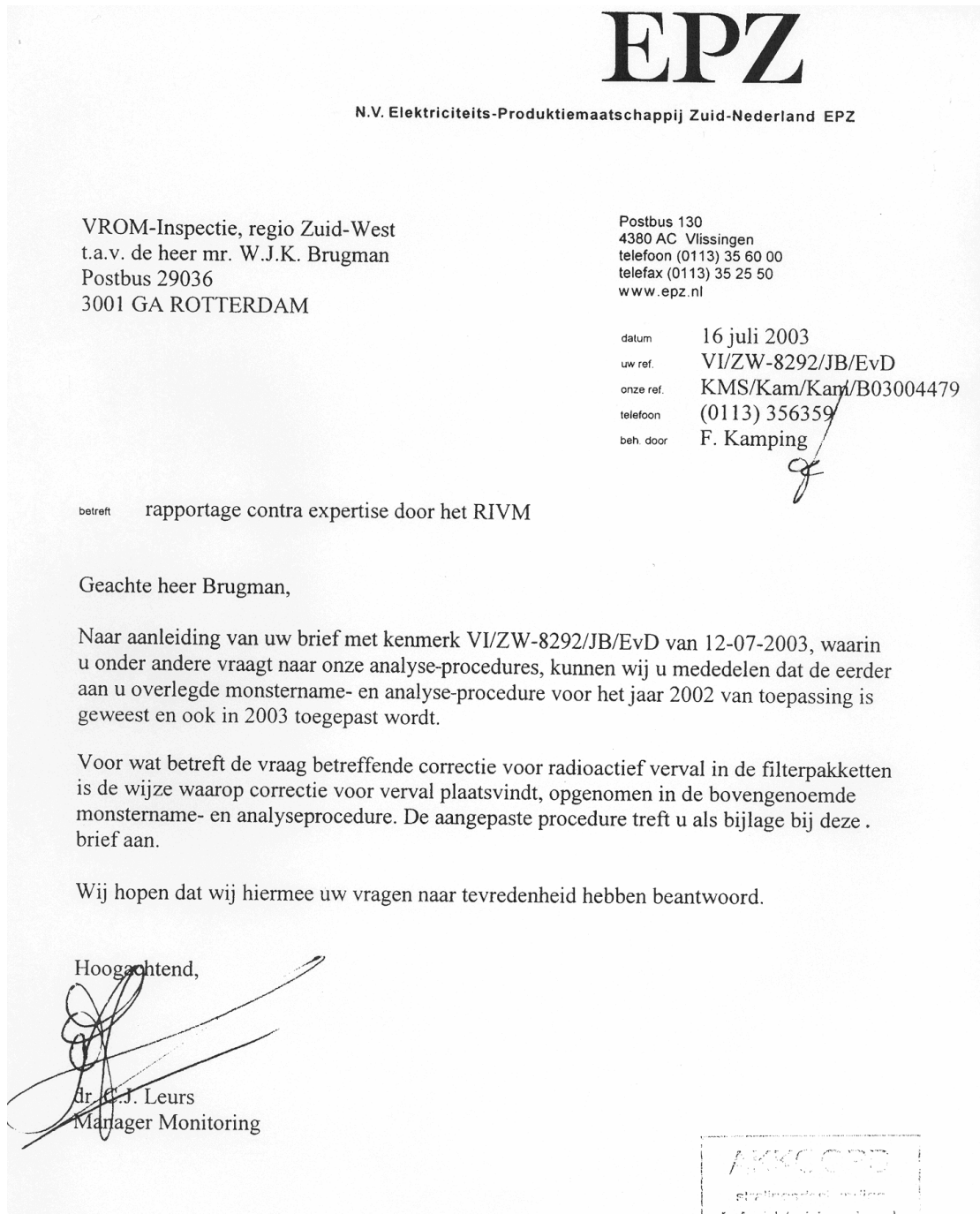
Tabel A5 Vergelijking geloosde ³H en ¹⁴C-activiteitsconcentratie in ventilatielucht in vierde kwartaal 2006

	RIVM		KCB (TL080R020)*	KCB _{Areva} (TL080R019)**
	Bq/m ³	V	Bq/m ³	Bq/m ³
³ H*	363 ± 9	A1	364,7	301,5
¹⁴ C	44,2 ± 1,5	B	38,8	230

* Het monster genomen met TL080R020 is gebruikt voor contra-expertise

** De waarde in deze kolom is bepaald door Areva (Siemens) en staat vermeld in het 4^e kwartaalrapport 2006

Bijlage B Analyseprocedures van KCB



Figuur B1 Brief monstername en analyse door KCB

Bèta/gamma-activiteit in afvalwater, excl. tritium

De bèta/gamma-activiteit in afvalwater wordt bepaald per geloosde afvalwatertank. De monstervoorbereiding van het puntmonster per geloosde tank is steeds identiek geweest.

Van een 2 l puntmonster met drageroplossingen wordt 250 ml in een Polystryreen-doos gebracht. Hieraan wordt 6,5 g behangplaksel (Perfax blauw) toegevoegd. De doos wordt lekdicht gemaakt m.b.v. vaseline en tape rond het deksel. Na 5 min. goed schudden is de doos gereed om gemeten te worden. Meting geschiedt op een Gedetektor gedurende 50.000 s.

Correctie voor radioactief verval is uitgevoerd naar 12.00 uur van de lozingdatum.

Tritium-activiteit in afvalwater

De tritiumactiviteit in afvalwater wordt bepaald per geloosde afvalwatertank. De monstervoorbereiding van het puntmonster per geloosde tank is steeds identiek geweest.

Van een 2 l puntmonster zoals hierboven wordt ca. 100 ml gedestilleerd. Van het destillaat wordt 10 ml in een plastic telflesje gemengd met 10 ml scintillatievloeistof (Ultima gold). Na schudden wordt het flesje in een vloeistofscintillatieteller (Canberra 2700TR) gedurende 5 maal 1 min. geteld. Correctie voor radioactief verval wordt niet uitgevoerd.

Totaal alfa-bepaling in kwartaalmengmonster afvalwater

De totaal alfa-activiteit in afvalwater wordt bepaald in een proportioneel samengesteld mengmonster over 1 kwartaal. De bepaling wordt uitbesteed aan NRG in Petten. De bepaling 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. Correctie voor radioactief verval wordt niet uitgevoerd.

Sr-89/Sr-90 bepaling in kwartaalmengmonster afvalwater

Deze bepaling wordt uitbesteed aan NRG in Petten. De bepaling van strontium activiteit wordt uitgevoerd conform NVN 5637 met als voorbereidende stap een extra oxalaatprecipitatie.

Na toevoegen van een bekende hoeveelheid inactief strontium en barium aan 1 liter afvalwater wordt de pH van de vloeistof met ammonia op 7 gebracht. Vervolgens worden als belangrijkste elementen onder meer strontium en calcium als oxalaat neergeslagen.

Na afscheiding en oplossen van de oxalaatneerslag wordt strontium gescheiden van calcium door gebruik te maken van het verschil in oplosbaarheid van hun nitraten in rood rokend salpeterzuur.

Barium, radium en lood isotopen worden vervolgens verwijderd door een bariumchromaat precipitatie. Yttrium en mogelijke andere splijtingsproducten worden verwijderd door een ijzerhydroxide precipitatie.

Tot slot wordt het strontium neergeslagen als carbonaat, gefiltreerd, gedroogd en gemeten op een low-level beta-gasdoorstroomteller.

De metingen worden periodiek herhaald tot geen verhoging meer wordt waargenomen van het teltempo.

Figuur B2 Monsternamen en analyse door KCB, pag 1 van 4

Vanuit de ingroei van yttrium in het preparaat wordt de strontiumactiviteit berekend zoals weergegeven in de voornorm NVN 5637. De Sr activiteit wordt teruggerekend naar het midden van het betreffende kwartaal.

Bepaling van koolstof-14 en tritium in de ventilatielucht

Het tweevoudig uitgevoerde monsternamesysteem neemt periodiek een hoeveelheid lucht uit de hoofdstroom van de ventilatielucht en voert dit over een molecuulzeef, een oven en een tweede molecuulzeef. Op het eerste molecuulzeeffilter wordt het anorganisch gebonden koolstof-14 en de waterdamp geabsorbeerd. Op het tweede molecuulzeeffilter wordt het tot $^{14}\text{CO}_2$ en water verbrandde methaan geabsorbeerd. Na afloop van een kwartaal worden de molecuulzeven onder doorleiding van stikstofgas uitgestookt bij $350\text{ }^\circ\text{C}$, waardoor desorptie plaatsvindt van het gebonden CO_2 en water. De vrijkomende waterdamp wordt door condensatie uit de gasstroom afgescheiden waarna het CO_2 / N_2 mengsel door twee gaswasflesjes, gevuld met organische base, wordt geleid. In de gaswasflesjes wordt het CO_2 geabsorbeerd door de organische base.

De tritiumactiviteit in het gecondenseerde water en de koolstof-14 activiteit in de organische base worden vervolgens gemeten met de vloeistofscintillatietechniek. Van het condensaat resp. de organische base wordt 10 ml in een plastic telflesje gemengd met 10 ml scintillatievloeistof (Ultima gold). Na schudden wordt het flesje in een vloeistofscintillatieteller (Canberra 2700TR) gedurende 5 maal 10 min. geteld. Correctie voor radioactief verval vindt niet plaats.

Bepaling van de lozing van aërosolen en halogenen via de ventilatieschacht

De bepaling van de aërosol - en Jodiumlozing dient wekelijks plaats te vinden op basis van een van de filterpakketten van de redundante monsternames opstellingen TL080R015 of TL080R018.

De filterpakketten dienen direct na wisseling te worden gemeten. Eenmaal per kwartaal dient een alfa-bepaling en een $^{89}\text{Sr}/^{90}\text{Sr}$ bepaling plaats te vinden aan een verzamelmonster van de 13 weekfilters van het betreffende kwartaal.

UITVOERING

FILTERWISSEL

Neem een RVS filterpakket en vul dit als volgt met verse zeoliet DSM11 en actieve kool, TEDA geïmpregneerd. Van boven naar beneden:

- * 1 aërosolfilter, S-klasse, glasfaser, 90 mm (ligt los op filterpatroon);
- * 2 bedden van 100 cm^3 DSM11;
- * 2 bedden van 200 cm^3 actieve kool, TEDA geïmpregneerd.

De zeoliet/koolbedden worden door gridjes gescheiden.

Noteer het doorstroomde volume en de standtijd, aanvangstijd en eindtijd monsternames, zoals die zijn geregistreerd door de Microquant.

Verwissel het filter.

Druk op de knop Neustart nach Filterwissel

Figuur B2 Monsternames en analyse door KCB, pag 2 van 4

AEROSOLLOZING

De aerosolozing wordt bepaald op basis van het glasfaserfilter in de TL080R018. (indien deze om een of andere reden niet beschikbaar is, dan het filter van de redundante monsternamen TL80R015 nemen).

In de opstelling zit een glasvezel filter op het jodiumpatroon. Voor de bepaling dient als volgt te worden gehandeld:

- Bepaal met behulp van de HpGe (instructie N17-26-042) de activiteit op het filter door dit filter als geheel plat op de HpGe te leggen. Gebruik daarvoor geometrie 15, filter 90 mm op 0 cm. Noteer het resultaat van de meting.

- De uiteindelijk te rapporteren hoeveelheid aerosolen is 2x de bepaalde hoeveelheid, als bepaald met behulp van de HpGe en de monitorgegevens. Dit in verband met de buisfactor van het monsternamesysteem, die bepaald is op 2.

ALFA EN ⁸⁹Sr/⁹⁰Sr LOZING

Na de meting dient het bovengenoemde filter te worden bewaard. Eens per kwartaal dient de bepaling van de alfa's en ⁸⁹Sr/⁹⁰Sr activiteit op de filters plaats te vinden.

Deze bepaling wordt uitgevoerd door de NRG Petten (alfa-activiteit m.b.v. ZnS-scintillatiemetingen en SR-activiteit conform NVN 5637) en de resultaten worden verwerkt in de rapportage aan de overheid. Indien de alfa activiteit > 5E-3 Bq/m³, dan moet ook een alfa nucliden specifieke bepaling worden uitgevoerd.

JODIUMLOZING

- De jodiumlozing wordt wekelijks bepaald met behulp van het filterpatroon uit de TL080R018 en wordt opgesplitst in de lozing van organisch gebonden jodium (CH₃I) en anorganisch gebonden jodium (I₂). Het filterpatroon is daarom gevuld met twee materialen. Eerst het zeoliet absorbermateriaal DSM11 voor het absorberen van I₂, en vervolgens de met TEDA geïmpregneerde actieve kool voor het absorberen van CH₃I. Beide absorberbedden zijn dubbel uitgevoerd.
- In eerste instantie dient slechts het eerste bed te worden gemeten (op de HpGe volgens instructie N17-26-042). Het volume van de DSM11 is 100 ml, geometrie 3 (100 ml op 0 cm).
- De actieve kool heeft een volume van 200 ml per bed, hiervoor gebruikt men geometrie 8 (200 ml op 0 cm).
- Als in het eerste DSM11 bed jodium wordt gemeten dan dient ook het tweede DSM11 bed te worden gemeten.
- Als in het eerste met TEDA geïmpregneerde actieve kool bed jodium wordt gemeten dan dient ook het tweede bed te worden gemeten.
- Wanneer jodium gevonden wordt in het tweede bed, dan dient bij de berekening van de lozing rekening gehouden te worden met het vangst percentage van de bedden.

De totale halogenenlozing wordt bepaald aan de hand van de bij elkaar opgetelde activiteiten van zowel de zeoliet als de actieve kool bedden.

De I₂ en CH₃I lozingen dienen afzonderlijk te worden genoteerd en gerapporteerd.

Van de tweede (redundante)opstelling, TL080R015, dient het gehele filterpakket te worden bewaard. Een gedeelte van deze pakketten wordt t.z.t. door het RIVM opgehaald om daar, als contra expertise, te worden onderzocht.

Figuur B2 Monsternamen en analyse door KCB, pag 3 van 4

Bijlage behorend bij KMS/Kam/Kam/B03004479

EPZ

DETECTIEGRENZEN

In de rapportage naar de overheid moeten de minimale en maximale detectiegrenzen, die in de 13 weken van het betreffende kwartaal zijn voorgekomen, worden vermeld. Hiertoe moeten de detectiegrenzen van aërosol en jodium bepaling van het betreffende kwartaal worden verzameld. Deze detectiegrenzen worden door het meetprogramma gegenereerd.

CORRECTIE VOOR VERVAL

Correctie vindt plaats voor verval tijdens de depositie, voor de tijd tussen einde depositie en begin telling en voor het verval tijdens de telling.

Figuur B2 Monsternamen en analyse door KCB, pag 4 van 4

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl