



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu

*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**Contra-expertise op bepalingen van
radio-activiteit van afvalwater en
ventilatielucht van de kernenergie-
centrale Borssele**

Periode 2008

RIVM rapport 610330116/2012

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 de
kernenergiecentrale Borssele**

Periode 2008

RIVM rapport 610330116/2012

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 (LSO)
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 de kernenergiecentrale Borssele - 2008

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 2008. 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 monsternamen en de meting wordt uitgevoerd en zijn daardoor nauwelijks kleiner te maken.

Het RIVM heeft in 2008 acht afvalwatermonsters en acht monsters van ventilatielucht geanalyseerd, die verspreid over het jaar en voor wat betreft ventilatielucht gedurende een week door KCB 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 - 2008

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 out 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 2008. The few discrepancies that were observed in 2008 concern the presence of radionuclides with a short half-life found in the ventilation air samples. These differences originate from the way sampling and measurement is performed and, consequently, cannot be minimized any further.

The RIVM analyzed eight waste water samples and eight samples of ventilation air taken by KCB at various time points dispersed throughout 2008. 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: 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—10

3.4 Bepaling van de ^3H -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 ^3H en ^{14}C in ventilatielucht—12

3.8 Foutenberekening—12

3.9 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

5 Referenties—20

Bijlage A Vergelijking meetresultaten—22

Bijlage B Analyseprocedures van KCB—26

Samenvatting

Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van RIVM voert in opdracht van de VROM-Inspectie (VI) 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 2008. 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 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 afvalwatermonster, bleek een redelijke overeenstemming. Deze overeenstemming in het door het RIVM gegeleerde afvalwatermonster is wat minder, hoogstwaarschijnlijk door een inhomogene verdeling van radionucliden in het afvalwatermonster. Voor ^3H is de overeenstemming goed. Het RIVM toonde een zeer lage totaal-alfa en een ^{90}Sr activiteitsconcentratie aan waar de KCB niets vond.

In vier van de acht filterpakketten voor luchtbemonstering heeft RIVM een zeer geringe ^{131}I activiteit aangetroffen, beneden de detectiegrens van KCB. KCB trof in deze filterpakketten niets aan. De overeenstemming in de ^3H en ^{14}C resultaten in een kwartaalmonster ventilatielucht was goed.

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 2008.

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 RIVM toegepaste analysemethoden 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 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 RIVM in alle meegenomen 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 [RI08].

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 splijtstofwisselperiode.	Gelmonster: gammastralers*, Watermonster: gammastralers* en $^3\text{H}^*$
	1	Kwartaalmengmonster; in even jaren afkomstig uit de splijtstofwisselperiode	Totaal- α^{**} ^{89}Sr , $^{90}\text{Sr}^{**}$
Ventilatie-lucht	8	Weekmonsters (filterpakketten bestaande uit 1 x aerosolfilter, 2 x DSM11-absorber en 2 x kool-absorber)	gammastralers* in filterpakket als geheel; bij indicatie van aanwezigheid van halogenen tevens onderdelen apart
	1	Kwartaalmonster (carbisorb en condensatiewater)	$^3\text{H}^*$ en $^{14}\text{C}^*$

* Analyse in enkelvoud

** Analyse in tweevoud

De splijtstofwisselperiode in 2008 was in april. Tabel 2 bevat de gegevens van de door het RIVM geanalyseerde afvalwatermonsters. Monsters 2 en 3 bevatten afvalwater uit de splijtstofwisselperiode. Het kwartaalmengmonster komt uit het tweede kwartaal van 2008.

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.	Lozingsdatum	Ophaaldatum	Data gammaspectrometrie *
1	13 februari 2008	20 februari 2008	21, 22 februari 2008
2	14 april 2008	16 april 2008	17, 21 april 2008
3	19 april 2008	23 april 2008	24, 28 april 2008
4	20 april 2008	23 april 2008	25, 30 april 2008
5	1 juli 2008	9 juli 2008	17, 18 juli 2008
6	16 oktober 2008	22 oktober 2008	23, 29 oktober 2008
7	19 oktober 2008	22 oktober 2008	23, 27 oktober 2008
8	26 november 2008	27 november 2008	28 nov, 1 dec 2008

* 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.	Monsterperiode	Ophaaldatum	Datum gammaspectrometrie*
1	8 - 15 februari	20 februari 2008	21 feb - 3 maart 2008
2	4 - 11 april	16 april 2008	17 - 29 april 2008
3	11 - 18 april	23 april 2008	25 apr - 7 mei 2008
4	4 - 11 juli	9 juli 2008	17 juli 2008
5	27 juni - 4 juli	9 juli 2008	17 - 24 juli 2008
6	3 - 10 oktober	22 oktober 2008	23 okt - 4 nov 2008
7	10 - 17 oktober	22 oktober 2008	24 okt - 6 nov 2008
8	14 - 21 november	27 november 2008	28 nov - 5 dec 2008

* 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 KCB in 2008, zijn gereproduceerd in Bijlage B. Deze methoden zijn identiek aan de methoden toegepast in de voortgaande rapportages (Bijlage B en [KW08]).

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 .

Deze methode is vastgelegd in procedure LSO-0121: handboek gasdoorstroomtelling.

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 gelegeerde 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 A3 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 [KT06]. 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} .

Deze methode is vastgelegd in procedure LSO-0169; Handboek Gammaspectrometrie.

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).

Deze methode is vastgelegd in procedure LSO-0133: Handboek vloeistofscintillatietelling.

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 -activiteitsconcentratie in het afvalwatermonster berekend.

Deze methode is vastgelegd in procedure LSO-0133: handboek vloeistofscintillatietelling.

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 gebruik- gemaakt 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 [KT02] eist dat bij het meten van gammastralers in ventilatielucht de detectielimiet voor ^{60}Co en ^{131}I minder dan 20 mBq m^{-3} bedraagt.

Deze methode is vastgelegd in procedure LSO-0169; Handboek Gammaspectrometrie.

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

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. RIVM ontvangt van 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.

3.8 **Foutenberekening**

De door RIVM opgegeven fout is het 1σ -schattinginterval. Voor het bepalen hiervan is gebruik gemaakt 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

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.

totale fout worden telfouten, kalibratiefouten en experimentele fouten meegenomen. Onder experimentele fouten vallen bijvoorbeeld fouten in wegingen en volumebepalingen.

Deze methode is vastgelegd in procedure LSO-0168: Nauwkeurigheid bij meetmethodes van het reguliere meetprogramma van LSO.

- *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 monstername 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

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) [Bf08]. 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 [KC08]. 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 overall σ als fout wordt gebezigd.

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 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 RIVM, σ_{RIVM} .

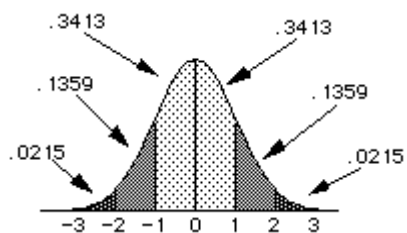
Het is hierbij in het bijzonder van belang, dat alle partijen (RIVM en NI's) een gedegen foutenberekening uitvoeren. In het ideale geval³, bij een voldoende groot aantal metingen van hetzelfde monster, ligt het gemiddelde ten opzichte van de toevallige variaties zeer dicht bij de 'ware waarde' en komt 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}$	$\sim 68\%$, 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.

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 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 3.9 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 beide afvalwatermonsters, de KCB-gel en de RIVM-gel, werden 10 verschillende gammastralers zowel door het RIVM als door de KCB aangetoond (zie Tabel A1 en A2).

Daarnaast toonde het RIVM nog een geringe hoeveelheden aan van ^{140}Ba , ^{136}Cs , ^{140}La , ^{124}Sb , ^{125}Sb . KCB toonde de kortlevende nucliden ^{133}Xe en ^{124}I aan waar RIVM dat niet vond. In elk van de acht batchmonsters is door zowel de KCB als het RIVM ^3H aangetroffen. In het kwartaalmengmonster van het tweede kwartaal is door het RIVM een geringe activiteitsconcentratie aan ^{90}Sr gevonden. Het nuclide ^{89}Sr is door de RIVM en KCB niet aangetroffen (Tabel A4).

4.2.2 Ventilatielucht

RIVM heeft in de ventilatieluchtfilterpakketten van periode 2, 3, 4 en 7 een geringe ^{131}I activiteit aangetroffen (zie Tabel A5), waar KCB dat niet heeft gevonden. RIVM vond een ^{131}I activiteit in de DSM11-1 zeolieten van periode 2, 3 en 7; het RIVM vond tevens een ^{131}I activiteit in de kool-1 absorbers van periode 2, 3 en 4.

Door het ontbreken van vergelijkingsparen in ventilatielucht is de betreffende ABC-tabel niet opgenomen in deze rapportage.

Tabel 4 : Vergelijking van RIVM- en KCB-meetresultaten aan het door KCB gegeleerde monster

Nuclide	1	2	3	4	5	6	7	8	$\Sigma A1$ *	$\Sigma A2$ *	ΣB *	ΣC *
Ag-110m		A1	A1		A1	A1			4 (1-4)	0 (0-3)	0 (0-1)	0 (0-0)
Co-58		A1	C	A2	A2	A2			<u>1</u> (2-5)	3 (0-3)	0 (0-1)	<u>1</u> (0-0)
Co-60	A1	A1	A2	A1	B	A2	A1	C	4 (3-7)	2 (0-4)	1 (0-1)	<u>1</u> (0-0)
Cs-134		A1	A1	B					2 (1-3)	0 (0-2)	1 (0-1)	0 (0-0)
Cs-137	B	A1	A1	A2	A1	A1	A1		5 (3-7)	1 (0-4)	1 (0-1)	0 (0-0)
I-131				A1					1 (0-1)	0 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-0)
Mn-54		B	C	A1	B	B			<u>1</u> (2-5)	0 (0-3)	<u>3</u> (0-1)	<u>1</u> (0-0)
Nb-95		C	A2	A2	C				<u>0</u> (1-4)	2 (0-3)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
Te-123m						A1			1 (0-1)	0 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-0)
Zr-95			B		B				0 (0-2)	0 (0-2)	<u>2</u> (0-1)	0 (0-0)
Totaal									<u>19</u> (22-32)	8 (6-16)	<u>8</u> (0-4)	<u>5</u> (0-1)

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

Tabel 5 : Vergelijking van RIVM-meetresultaten aan een door RIVM gegeleerd monster met KCB-meetresultaten aan het KCB gelmonster

Nuclide	1	2	3	4	5	6	7	8	$\Sigma A1$ *	$\Sigma A2$ *	ΣB *	ΣC *
Ag-110m		A1	A1		A1	A1			4 (1-4)	0 (0-3)	0 (0-1)	0 (0-0)
Co-58		A2	C		C	A1			1 (1-4)	1 (0-3)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
Co-60	A1	A1	A1	A1	A2	A2	C	A2	4 (3-7)	3 (0-4)	0 (0-1)	<u>1</u> (0-0)
Cs-134		A1	B	A1					2 (1-3)	0 (0-2)	1 (0-1)	0 (0-0)
Cs-137	A1	A1	C	A2	A1	C	A1		4 (3-7)	1 (0-4)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
I-131				A1					1 (0-1)	0 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-0)
Mn-54		A2	C	A2	C	A1			<u>1</u> (2-5)	2 (0-3)	0 (0-1)	<u>2</u> (0-0)
Nb-95		A2	B	B	C				<u>0</u> (1-4)	1 (0-3)	<u>2</u> (0-1)	<u>1</u> (0-0)
Te-123m						A1			1 (0-1)	0 (0-1)	0 (0-0)	0 (0-0)
Zr-95			A1		C				1 (0-2)	0 (0-2)	0 (0-1)	<u>1</u> (0-0)
H-3	A1	A1	A2	A2	A1	A2	A1	A2	4 (3-7)	4 (0-4)	<u>0</u> (0-1)	<u>0</u> (0-0)
Totaal									<u>23</u> (27-37)	12 (8-18)	3 (0-4)	<u>9</u> (0-1)

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

In het monster van het eerste kwartaal is zowel door RIVM als KCB ^3H en ^{14}C aangetoond (zie tabel A6).

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 spelwater 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 [KT06]. 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 redelijke overeenstemming. Bij de vergelijkingsresultaten van de KCB-gel komt de categorie A1 + A2 volgens de statistische verwachting net te weinig voor. De categorie B en C komen daarentegen te vaak voor. Hier valt met name de 'C' op voor ^{60}Co in monster 8. 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 eveneens een redelijke overeenstemming. De categorie A1 komt te weinig voor, de categorie A2 en B voldoen aan de verwachting, en de categorie C komt te veel voor.

Uit het feit dat in de monsters 3 en 5 voor de nucliden ^{58}Co , ^{54}Mn en ^{95}Nb vijfmaal een 'C' en eenmaal een 'B' is aangetroffen, blijkt dat een inhomogene verdeling kan voorkomen voor enkele nucliden in een mix van ongeveer 10 nucliden. Het komt echter ook voor dat een monster met slechts enkele nucliden

niet goed homogeen is verdeeld, zoals ^{60}Co in monster 8. Hoogstwaarschijnlijk bevat het afvalwater vlokkige of anderszins uitzakkende deeltjes waaraan activiteit adsorbeert. Het nuclide ^{137}Cs is doorgaans goed homogeen verdeeld. In de monsters 3 en 6 echter is de vergelijking een C; de oorzaak daarvoor is niet duidelijk.

De ^3H vergelijkingsresultaten vertonen naast viermaal A1 ook viermaal A2. De ^3H -resultaten zijn ten opzichte van voorgaande jaren verbeterd. Dit is volgens verwachting omdat er geen homogeniteitsproblemen op zullen treden 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 tweede kwartaal zijn gelijk aan of vlak boven de detectiegrens.

De detectiegrens van het RIVM voor ^{89}Sr is veel hoger dan de door de KTA vereiste $0,5 \text{ kBq}\cdot\text{m}^{-3}$. Dit is te wijten aan de lange periode tussen het tweede kwartaal van 2008, het ophalen van het monster in het eropvolgende kwartaal en de meting in januari 2009.

4.3.2 *Ventilatielucht*

In tegenstelling tot eerder jaren is er vrijwel geen activiteit aangetroffen in de geanalyseerde acht ventilatieluchtmonsters. RIVM heeft een zeer geringe ^{131}I activiteit aangetroffen in de DSM11-1 zeoliet van het tweede, derde en zevende monster, en in het koolpatroon van het tweede, derde en vierde monster. In alle gevallen is de aangetroffen ^{131}I activiteit vlak boven de detectiegrens van RIVM en veel lager dan de detectiegrens van KCB. KCB heeft in al deze gevallen geen ^{131}I gevonden.

De gevonden activiteit aan geloosd ^3H in het eerste kwartaal heeft als overeenkomst een C en een A1, voor anorganisch ^3H , respectievelijk organisch ^3H . Voor zowel anorganisch ^{14}C als organisch ^{14}C is de overeenstemming goed: tweemaal A1.

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.

5 Referenties

- [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/Haij/R015045, 31 januari 2001.
- [KC07] Rapportages betreffende lozingen van gasvormige en vloeibare radioactieve stoffen in:
 2008 kwartaal 1 – ref KM/Lrs/Lrs/R082196 dd. 09-07-08.
 2008 kwartaal 2 – ref KM/ MCr/MCr/R082264 dd. 01-10-08.
 2008 kwartaal 3 – ref KM/ MCr/MCr/R082018 dd. 15-01-09.
 2008 kwartaal 4 – ref KM/ TVD/TVD/R092114 dd. 06-04-09.
 Lozingsrapportages afvalwater t.b.v. contra-expertise RIVM:
 datum lozing TR42 13 februari '08, volgnummer 08-07
 datum lozing TR41 14 april '08, volgnummer 08-22
 datum lozing TR41 19 april '08, volgnummer 08-26
 datum lozing TR42 20 april '08, volgnummer 08-27
 datum lozing TR41 01 juli '08, volgnummer 08-46
 datum lozing TR41 16 oktober '08, volgnummer 08-59
 datum lozing TR42 19 oktober '08, volgnummer 08-60
 datum lozing TR42 26 november '08, volgnummer 08-64
 Meetgegevens ventilatieschacht Kernenergiecentrale Borssele (Opgesteld door dhr A. Hazen afd. KMS; monsteromschrijving TL080 R018):
 periode 08 - 15 februari 2008;
 periode 04 - 11 april 2008;
 periode 11 - 18 april 2008; rapportage d.d. 23-04-08
 periode 04 - 11 juli 2008; rapportage d.d. 08-08-08
 periode 27 juni - 4 juli 2008;
 periode 03 - 10 oktober 2008;
 periode 10 - 17 oktober 2008;
 periode 14 - 21 november 2008.
- [KT02] KTA 1503.1. Überwachung der Ableitung gasförmiger und an Schwebstoffen gebundener radioaktiver Stoffe. Teil 1: Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Kaminfortluft bei bestimmungsgemäßem Betrieb, KTA, 2002.
- [KT06] KTA 1504. Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser. KTA, 2006.
- [KW07] Kwakman PJM, Overwater RMW. Contra-expertise op bepalingen van radioactiviteit van afvalwater en ventilatielucht van de kernenergiecentrale Borssele. Periode 2007, RIVM/LSO briefrapport 610330 076/08.
- [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.
- [Ob07] D. Obrikat, Ch. Hohmann, I. Krol. Kontrolle der Eigenüberwachung Radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abwasser), Ringversuch "Abwasser 2007", August 2007, SW 2 – 12/2007, Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich SW, Berlin/München, Duitsland.
- [RI07] Jaarplan project 610330 - 2007. Notitie van RIVM/LSO aan P.J.W.M. Müskens, directeur VROM-KFD, kenmerk 063/07 LSO/Kwa/lvl, datum 1 februari 2007.
- [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 en ³H in afvalwater van KCB (kBq m⁻³)

WATER	periode 1			periode 2			periode 3			periode 4			
	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	
Ag-110m				3,2 ± 0,7	A1	3,1 ± 0,6	6,5 ± 1,0	A1	6,1 ± 1,0				
Ba-140										5,5 ± 1,7			
Co-58				1,03 ± 0,19	A2	1,4 ± 0,4	3,7 ± 0,3	C	30 ± 5	<	0,9	1,9 ± 0,3	
Co-60	2,5 ± 0,3	A1	2,8 ± 1,3	35 ± 2	A1	41 ± 19	57 ± 3	A1	60 ± 30		15,6 ± 1,0	A1	17 ± 7
Cs-134				1,6 ± 0,3	A1	1,6 ± 0,2	3,2 ± 0,5	B	4,7 ± 0,5		3,8 ± 0,6	A1	3,7 ± 0,4
Cs-136													
Cs-137	0,46 ± 0,17	A1	0,6 ± 0,2	7,2 ± 0,5	A1	7,3 ± 0,7	17,8 ± 1,1	C	28 ± 2		12,9 ± 1,0	A2	14,9 ± 1,2
I-131	2,9 ± 0,6	<	0,7								55 ± 4	A1	55 ± 4
La-140											6,7 ± 1,2		
Mn-54				2,0 ± 0,5	A2	1,0 ± 0,5	1,6 ± 0,5	C	8 ± 4		2,7 ± 0,7	A2	1,7 ± 0,8
Nb-95				4,1 ± 0,3	A2	3,2 ± 1,5	4,3 ± 0,4	B	10 ± 5		0,7 ± 0,3	B	2,5 ± 1,2
Sb-124				2,2 ± 0,6	<	1,5	4,5 ± 0,7	<	1,0				
Sb-125				2,2 ± 0,4			2,7 ± 0,6						
Te-123m													
Zr-95				3,7 ± 0,9	<	1,1	4,8 ± 1,0	A1	6 ± 3				
Xe-133			4,5 ± 1,0										
I-124										3,3 ± 0,3			
H-3	9000000 ± 200000	A1	8700000 ± 500000	469 ± 13	A1	450 ± 30	4150 ± 110	A2	4500 ± 300		2440000 ± 60000	A2	2210000 ± 120000

WATER	periode 5			periode 6			periode 7			periode 8		
	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB
Ag-110m	7,7 ± 1,2	A1	7,7 ± 1,2	18 ± 3	A1	19 ± 3						
Ba-140												
Co-58	3,3 ± 0,4	C	7,3 ± 1,2	0,78 ± 0,18	A1	0,9 ± 0,2						
Co-60	85 ± 5	A2	130 ± 60	40 ± 2	A2	31 ± 14	10,5 ± 0,7	C	3,6 ± 1,6	18,1 ± 1,1	A2	27 ± 12
Cs-134	2,4 ± 0,5	<	1,1	2,1 ± 0,3	<	0,9	0,55 ± 0,18	<	0,4			
Cs-136				2,3 ± 0,5								
Cs-137	18,4 ± 1,2	A1	17,8 ± 1,0	15,8 ± 1,0	C	10,3 ± 0,6	1,28 ± 0,17	A1	1,45 ± 0,16	1,2 ± 0,3	<	0,7
I-131												
La-140												
Mn-54	2,3 ± 0,7	C	9 ± 4	0,9 ± 0,4	A1	1,1 ± 0,5						
Nb-95	78 ± 5	C	6 ± 3	1,8 ± 0,4	<	0,9						
Sb-124	2,1 ± 0,7	<	1,0	4,0 ± 0,6	<	1,1						
Sb-125				9,7 ± 1,2								
Te-123m				2,2 ± 0,3	A1	2,5 ± 0,4						
Zr-95	40 ± 3	C	4,2 ± 1,9	3,8 ± 0,9	<	1,1						
Xe-133												
I-124												
H-3	47000 ± 1200	A1	48000 ± 3000	18100 ± 500	A2	16800 ± 1100	2000000 ± 50000	A1	2010000 ± 110000	4090000 ± 100000	A2	3800000 ± 200000

Tabel A2 : Vergelijking van de activiteitsconcentratie van gammastralers in afvalwatermonsters, gegeleid door KCB (kBq m⁻³)

GEL	periode 1			periode 2			periode 3			periode 4		
	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB
Ag-110m				3,7 ± 0,7	A1	3,1 ± 0,4	6,4 ± 1,0	A1	6,1 ± 0,5			
Ba-140										4,5 ± 1,3		
Co-58				1,20 ± 0,19	A1	1,4 ± 0,3	42 ± 3	C	30,3 ± 1,5	2,2 ± 0,3	A2	1,87 ± 0,18
Co-60	3,2 ± 0,4	A1	2,8 ± 0,3	41 ± 2	A1	41,1 ± 1,5	67 ± 4	A2	63 ± 2	16,4 ± 1,0	A1	16,5 ± 0,8
Cs-134	0,74 ± 0,15	<	0,4	1,5 ± 0,3	A1	1,6 ± 0,2	5,5 ± 0,8	A1	4,7 ± 0,4	2,5 ± 0,4	B	3,7 ± 0,3
Cs-136												
Cs-137	0,95 ± 0,14	B	0,6 ± 0,2	7,9 ± 0,5	A1	7,3 ± 0,6	28,6 ± 1,8	A1	27,9 ± 1,5	13,1 ± 0,9	A2	14,9 ± 0,9
I-131	2,6 ± 0,6	<	0,7							57 ± 4	A1	55 ± 2
La-140										4,0 ± 0,8		
Mn-54	0,74 ± 0,17	<	0,5	2,3 ± 0,4	B	1,0 ± 0,3	12,9 ± 0,9	C	8,1 ± 0,7	2,0 ± 0,4	A1	1,7 ± 0,3
Nb-95				2,1 ± 0,2	C	3,2 ± 0,4	11,7 ± 0,8	A2	10,2 ± 0,9	3,0 ± 0,3	A2	2,5 ± 0,4
Sb-124				2,1 ± 0,3	<	1,5	2,8 ± 0,4	<	1,0	1,1 ± 0,3	<	0,7
Sb-125				3,1 ± 0,6			3,2 ± 0,5					
Te-123m												
Zr-95				1,6 ± 0,3	<	1,1	8,6 ± 1,2	B	5,5 ± 0,9	1,4 ± 0,2	<	1,2
Xe-133			4,5 ± 1,0									
I-124									3,3 ± 0,2			

GEL	periode 5			periode 6			periode 7			periode 8		
	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB
Ag-110m	7,6 ± 1,2	A1	7,7 ± 0,2	20 ± 3	A1	18,7 ± 0,4						
Ba-140												
Co-58	8,4 ± 0,7	A2	7,3 ± 0,3	1,3 ± 0,4	A2	0,89 ± 0,15						
Co-60	160 ± 9	B	134 ± 2	33 ± 2	A2	30,5 ± 0,6	3,9 ± 0,3	A1	3,55 ± 0,18	18,4 ± 1,1	C	26,6 ± 0,6
Cs-134	4,3 ± 1,0	<	1,1	2,2 ± 0,9	<	0,9	0,51 ± 0,19	<	0,4			
Cs-136				2,8 ± 0,7								
Cs-137	18,9 ± 1,2	A1	17,8 ± 0,5	10,6 ± 0,8	A1	10,3 ± 0,4	1,4 ± 0,2	A1	1,45 ± 0,14			
I-131												
La-140												
Mn-54	11,9 ± 1,3	B	8,8 ± 0,4	2,2 ± 0,5	B	1,06 ± 0,16						
Nb-95	9,8 ± 0,8	C	6,0 ± 0,3									
Sb-124	2,5 ± 0,5	<	1,0	4,1 ± 0,7	<	1,1						
Sb-125				10,7 ± 1,3								
Te-123m				2,7 ± 0,5	A1	2,47 ± 0,12						
Zr-95	6,3 ± 0,9	B	4,2 ± 0,3									
Xe-133												
I-124												

Tabel A3 : 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 [KT06]

Tabel A4 : Vergelijking van de activiteitsconcentratie van totaal-alfa, ⁸⁹Sr en ⁹⁰Sr in het kwartaalmengmonster van afvalwater de KCB (kBq m⁻³)

periode nuclide	Kwartaal 2, 2008		
	RIVM	V	KCB
totaal-alfa	0,18 ± 0,03		<0,10
⁸⁹ Sr	<5		<0,5
⁹⁰ Sr	0,80 ± 0,08		<0,5

N.B. De RIVM 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 A5 : Vergelijking van gamma-activiteitsconcentraties in de weekmonsters ventilatielucht (mBq m^{-3})

Monsternummer Periode	Pakket	Nuclide	Aërosolfilter			DSM11-1			DSM11-2			Kool-1		
			RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB	RIVM	V	KCB
8 - 15 februari	<	^{131}I												
4 - 11 april	>	^{131}I	< 0,4	< 0,4		$0,7 \pm 0,3$	< 0,8		< 0,4			$0,23 \pm 0,11$	< 0,9	
11 - 18 april	>	^{131}I	< 1,1	< 0,4		$2,8 \pm 0,8$	< 1,1		< 0,9	< 0,8		$0,6 \pm 0,3$	< 1,4	
4 - 11 juli	>	^{131}I	< 0,4	< 0,5		< 0,4	< 0,8		< 0,3	< 0,8		$0,56 \pm 0,16$	< 1,0	
27 juni - 4 juli	<	^{131}I												
3 - 10 oktober	<	^{131}I												
10 - 17 oktober	>	^{131}I	< 0,5	< 0,5		$0,36 \pm 0,14$	< 0,8		< 0,6			< 0,7	< 0,9	
14 - 21 november	<	^{131}I												

De monsters van periode 4 en periode 5 zijn abusievelijk in de verkeerde volgorde genummerd en gemeten.

Tabel A6 : Vergelijking geloosde ^3H en ^{14}C -activiteitsconcentratie in ventilatielucht in eerste kwartaal 2008 (Bq.m^{-3})

	RIVM	V	EPZ
^3H -anorg	$8,4 \pm 0,3$	C	3,8
^3H -org	198 ± 5	A1	190
^{14}C -org	$26,1 \pm 1,4$	A1	24,8
^{14}C -anorg	$11,1 \pm 0,6$	A1	10,7

Bijlage B Analyseprocedures van KCB

6. WERKWIJZE

6.1 WISSELEN VAN DE CILINDERS MET MOLECULAIRZEEF

- Enkele dagen voor plaatsing in het monsternameapparaat nieuwe molecuulairzeef gedurende 8 uur uitstoken op 350 °C onder doorleiden van stikstof (5 NI/h). De molecuulairzeef af laten koelen onder doorleiden van stikstof.
- Vul een lege cilinder met uitgestookte molecuulairzeef, schroef de cilinder dicht en bepaal de massa van de cilinders plus molecuulairzeef. Noteer de massa op de betreffende cilinder. Bovenstaande wordt voor iedere cilinder apart uitgevoerd
- Voor verwijderen van de cilinders de wacht inlichten.
- Zet de schakelaar in de monsternamekast op 0 en noteer de datum/tijd op de cilinder.
- Verwijder de geplaatste cilinders met molecuulairzeef uit de automatische monstername-apparaat.
- Noteer de tellerstand van het aantal pompslagen op de meetstaat.
- Plaats de cilinders met nieuwe molecuulairzeef in het monsternameapparaat en reset de teller.
- Wissel het papierfilter in de inlaat van het monsternameapparaat (alleen in TL080R020).
- In de maanden januari en juli ook de katalysator massa in de oven van het monstername-apparaat wisselen (pas op HEET).
- Zet de schakelaar in de monsternamekast op stand 4 en noteer de datum/tijd op de cilinders.
- Bepaal de massa's van de gewisselde cilinders plus molecuulairzeef en noteer deze massa's ook op de cilinder.

6.2 UITSTOKEN VAN DE MOLECULAIRZEEF

De werkwijze is voor beide cilinders, organisch en anorganisch gelijk

- Schakel de koeler in de dag voor uitstoken en stel de koelertemperatuur in op 10 °C.
- Op de dag van uitstoken de koelertemperatuur instellen op 1 °C.
- Controleer de uitstookopstelling (zie bijlage 2) op compleetheid, de aanwezigheid van stikstof en de elektrische aansluitingen. Controleer ook de aanwezige o-ringen op beschadigingen.
- Breng m.b.v. een maatscilinder 70 ml carbosorb in gaswasflesje 1 en 60 ml carbosorb in gaswasflesje 2. Eventueel eerst voorspoelen met carbosorb.
- Stel de stikstofdruk op de reduceer in op ca. 0,25 bar, open de toevoer en stel het debiet in op ca. 3,0 NI/h. Wacht op een regelmatige bellenstroom in de gaswasflesjes.
- Sluit de beide afvoeren van het tweede gaswasflesje en wacht tot de bellenstroom stopt. Het stikstofdebiet moet < 0,3 NI/h worden, bij een druk van 0,25 bar. Na de lektest de stikstoftoevoer sluiten en de druk voorzichtig aflaten door de afvoer van het tweede gaswasflesje te openen.
- Breng de uit te stoken molecuulairzeef over in de glazen ovenbuis en sluit deze goed.
- Stel het stikstofdebiet in op 0,3 NI/h en voeg via het septum langzaam water toe totdat het watergehalte van de molecuulairzeef 12,5-15,0 g per 100 g molecuulairzeef bedraagt. Schakel na 10 minuten wachten de buisoven in op 50 °C. Het gasdebiet door de gaswasflesjes zal tijdens opwarmen stijgen t.g.v. desorptie van CO₂

Figuur B1 Bepaling van de koolstof-14 en tritium lozing door de ventilatieschacht, pag 1 van 3
Analysevoorschrift KMC, N04-26-033.

- Als het gasdebiet door de gaswasflesjes weer afgenomen is tot ca. 0,3 NI/h (na ca. 15 minuten) de oven-temperatuur verhogen tot 100 °C. Ook nu zal het gasdebiet door de gaswasflesjes weer stijgen.
- Als het gasdebiet door de gaswasflesjes weer afgenomen is tot ca. 0,3 NI/h (na ca. 15 minuten) de oven-temperatuur verhogen tot 150 °C.
- 10 minuten na het bereiken van een temperatuur van 150 °C deze verhogen tot 200 °C en 10 minuten wachten.
- Temperatuur in stappen van 10 °C verhogen tot 240 °C steeds het bellenpatroon in de gaswasflesjes beoordelen (bij ca. 220 °C komt het water vrij).
- Na 20 minuten de oventemperatuur verhogen tot 350 °C en het stikstofdebiet tot 1,0 NI/h.
- Na 5 uur op 350 °C de stikstoftoevoer sluiten en de koeler uitschakelen.
- Voor de koolstof-14 bepaling.
De inhoud van gaswasflesje 1 of 2 overbrengen in een droge maatcilinder van 100 ml. Het gaswasflesje spoelen met carbosorb via de gastoevoer met 3 maal 5 ml carbosorb en dit ook in de maatcilinder brengen. Na spoelen het volume van de carbosorb bepalen en deze vanuit de maatcilinder overbrengen in een, vooraf gemerkt, glazen monsterflesje van 100 ml.
- Voor de tritiumbepaling.
Spoel met ca. 15 ml met een injectiespuit met naald de laatste resten condensaat uit de gasafvoer van de ovenbuis via de koeler in de rondbodemkolf. Spoel daarna de koeler met ca. 15 ml water en vang dit ook op in de rondbodemkolf. Breng de inhoud van de rondbodemkolf over in een droge maatcilinder van 100 ml. Spoel de kolf enkele malen met weinig deminwater en breng dit ook over in de maatcilinder. Lees het volume water af en breng dit over in een, vooraf gemerkt, plastic monsterflesje van 100 ml.

6.3 METEN VAN DE MONSTERS

6.3.1 Aanmaken van de monsters voor de meting

- Koolstof-14
De werkwijze is voor alle monsters carbosorb gelijk.
Omdat de efficiëntie van de monsters afhankelijk is van eventuele verontreiniging wordt deze per monster bepaald. De monsters voor de scintillatiemeting worden aangemaakt in telflesjes van 20 ml

Tabel 2: Aanmaken monsters voor scintillatiemeting koolstof-14, hoeveelheden zijn in ml

	achtergrond	standaard 3,23 Bq	(AN)ORG fles 1 + BL	(AN)ORG fles 1 + ST	(AN)ORG fles 2 + BL	(AN)ORG fles 2 + ST
carbosorb	11	10	1	0	1	0
standaard	0	1	0	1	0	1
monster	0	0	10	10	10	10
permafluor	9	9	9	9	9	9

Hierna de telflesjes goed schudden en in het relje met protocolvlag 19 plaatsen.

– Tritium

De werkwijze is voor beide monsters (organische en anorganische fase) gelijk. Breng 40 ml monster in een destillatiekolf en destilleer dit. De eerste 10 ml weggooien. Van het volgende condensaat 10 ml in een telflesje brengen en 10 ml ultima gold LLT scintillatievloeistof toevoegen. Telflesje goed schudden en in het rekje met protocolvlag 18 plaatsen.

Tabel 3: Aanmaken monsters voor scintillatiemeting Tritium, hoeveelheden zijn in ml

	blanco	Standaard E3	Org	Anorg
Demi	10	0	0	0
Standaard	0	10	0	0
Monster	0	0	10	10
Scintillatievloeistof	10	10	10	10

6.3.2 Metten van de monsters

– Koolstof-14

- * Het telrekje met IPA-standaarden in het instrument plaatsen en de vlag uitschuiven
- * Het telrekje met de monsterflesjes in het instrument plaatsen en de volgende gegevens invullen:
 - naam uitvoerende
 - de naam en de directory van te creëren bestand (C:\C14\YY\KW\anorg of org)
 - kies voor opslaan van de spectra en geef de directory waar de spectra opgeslagen moeten worden (C:\C14\YY\KW\anorg of org)
 - alle verdere gegevens liggen vast in het protocol
 - start de meting door de toets F11 in te drukken

– Tritium

- * Het telrekje met IPA-standaarden in het instrument plaatsen en de vlag uitschuiven
- * Het telrekje met de monsterflesjes in het instrument plaatsen en de volgende gegevens invullen:
 - naam uitvoerende
 - de naam en de directory van te creëren bestand (C:\C14\YY\KW\3H)
 - kies voor opslaan van de spectra en geef de directory waar de spectra opgeslagen moeten worden (C:\C14\YY\KW\3H)
 - alle verdere gegevens liggen vast in het protocol
 - start de meting door de toets F11 in te drukken

6.4 VERWERKEN VAN DE MEETRESULTATEN

Alle berekeningen worden uitgevoerd in het excel-werkblad TL080R019.xls. Om deze berekeningen uit te kunnen voeren moeten de meetwaarden in het werkblad ingevoerd worden.

- Voer de meetwaarden in Excel. Voer ook de waarden in voor de SIS (Spectral Index of the Sample) en de IPA (Instrument Performance Assessment)-standaarden
- Rapportage geschiedt via een uitdraai van het tabblad rapportage.

3. UITVOERING

3.1 FILTERWISSEL

- Neem uit de kast een nieuw RVS filterpatroon en vul dit als volgt met verse zeoliet DSM11 en actieve kool, TEDA geïmpregneerd. Van boven naar beneden:
 - * 2 aerosolfilters, S-klasse, glasfaser, 90 mm (ligt los op filterpatroon);
 - * 2 bedden van 100 cm³ DSM11;
 - * 2 bedden van 200 cm³ actieve kool, TEDA geïmpregneerd.
 De zeoliet/koolbedden worden door gridjes gescheiden.
- Neem het gevulde patroon en het aerosolfilter mee naar TL080R015 (03415) danwel naar TL080R018 (03416).
- Open vervolgens de kast (tweede paneel van onder).
- Maak de vergrendeling van de hefboom links naast het filter los (palletje) en trek de hefboom naar voren. Hierdoor zakken het filter en de teflonbus die daaromheen zitten omlaag. Het filter komt daardoor vrij en de pomp slaat automatisch af.
- Noteer het doorstroomde volume en de standtijd zoals die zijn geregistreerd door de Microquant. Normaal gesproken staat het apparaat in de bedrijfsstand. In het display staat dan:

Qt= X.XX [m ³ /h]	Qt is de actuele doorstroming
------------------------------	-------------------------------

 Met behulp van de toetsen D en E kunnen de volgende bedrijfsparameters worden uitgelezen:

Qt= X.XX [m ³ /h]	actuele doorstroming
EQ= X.XX [m ³]	actuele doorstroomde volume
T= X.X [h]	actuele standtijd
Δp= X.XX [mbar]	actuele drukval over het filter
Max 200,0 [mbar]	drukval over filter waarboven alarm wordt gegenereerd
Min 40,0 [mbar]	drukval over filter waaronder alarm wordt gegenereerd
Q0= X.XX [m ³ /h]	totale doorstroming tijdens vorige cyclus; de eenheid staat niet correct in het display, moet zijn [m ³].
T0= X.X [h]	totale standtijd van vorige cyclus

Als het apparaat na filterwissel wordt herstart worden SQ en ST opgeslagen. Deze gegevens zijn van de laatste tien periodes terug te halen. Daartoe moet vanuit de bedrijfstoestand op toets F worden gedrukt. In het display verschijnt dan <1> Betrieb. Door een druk op toets D verschijnt in het display <2> Speicher. Druk nu op toets C (Enter). In het display verschijnt dan Q0= X.XX [m³]. Met behulp van toetsen D en E kunnen de laatste 10 doorgestroomde volumina en standtijden worden teruggelezen, Q0 heeft betrekking op de meest recente, Q9 op de oudste.

- Verwissel het filter.
- Plaats het nieuwe filter recht in het apparaat en vergrendel het filter met behulp van de hefboom. Vergrendel ook de hefboom. Zorg ervoor dat het filter recht zit: na vergrendeling moet de teflon huls rond kunnen draaien.
- Druk op de knop Neustart nach Filterwechsel, op het bovenste paneel naast het Microquant paneel.

blad 3 van 5

Figuur B2 Bepaling van de lozing van aerosolen en Jodium via de ventilatieschacht , pag 1 van 3
 Meet/bedieningsinstructie, N17-25-220

- Druk daarna op de witte vierkante knop (Ein/on) midden op het apparaat.
- De temperatuur aflezing dient ongeveer 13 K aan te geven, het duurt echter ongeveer een half uur voordat de juiste waarde wordt bereikt.
- Zolang TL080R015 of TL080R018 uit bedrijf is ook de edelgasmeting TL080R011 danwel TL080R012 uit bedrijf!
- De instellingen dienen als volgt te zijn:
 - * TL080R015Qt ongeveer 4,2 [m³/h].
 - * TL080R018Qt ongeveer 4,2 [m³/h].
- De sleutelschakelaar: intern/internal.
- Blauwe keuzeschakelaar: temperatuurgradiënt, K/temperatuurgradiënt.
- Zwarte hoofdschakelaar ingedrukt.
- Op paneel microquant dienen links 2 groene lampjes te branden.
- In display microquant brandt groene lampje OK en Qt= ...[m³/h].
- Naast witte Ein/on knop brandt groen lampje: continuous light power on.

3.2 AËROSOLLOZING

De aërosollozing wordt bepaald op basis van het glasfaserfilter in de TL080R018. 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. Noteer het resultaat van de meting.
- De uiteindelijk te rapporteren hoeveelheid aërosolen is 2x de gevonden hoeveelheid als bepaald met behulp van de HpGe en de monitorgegevens. Dit geldt ook voor de MCA waarde. Dit i.v.m. de buisfactor van het monsternamesysteem, die bepaald is op 2.

3.3 α EN ⁸⁹Sr/⁹⁰Sr LOZING

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

Deze bepaling wordt uitgevoerd door de KEMA en de resultaten worden verwerkt in de rapportage aan de overheid. Indien de α activiteit > 5E-3 Bq/m³, dan moet ook een α nucliden specifieke bepaling worden uitgevoerd.

3.4 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 'A41 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.

blad 4 van 5

Figuur B2 **Bepaling van de lozing van aërosolen en Jodium via de ventilatieschacht , pag 2 van 3**
Meet/bedieningsinstructie, N17-25-220

- 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.
 - De totale halogenen lozing wordt bepaald aan de hand van de bijelkaar opgetelde activiteiten van zowel de zeoliet als de actieve koolbedden.
 - 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 I₂ en CH₃I lozingen dienen afzonderlijk te worden genoteerd en gerapporteerd.

Van de TWEEDE opstelling, TL080R015, dienen het filter en de inhoud van de filterelementen te worden bewaard. Deze filters dienen t.z.t naar het RIVM te worden gestuurd om daar te worden onderzocht.

3.5 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 aerosol en jodium bepaling van het betreffende kwartaal worden verzameld. Deze detectiegrenzen worden door het meetprogramma gegenereerd.

Figuur B2 **Bepaling van de lozing van aerosolen en Jodium via de ventilatieschacht , pag 3 van 3**
Meet/bedieningsinstructie, N17-25-220

3. **WERKWIJZE**

3.1 **BEMONSTERING EN ANALYSE OPVANG- EN LOZINGTANKS TR-SYSTEEM**

Bemonstering opvangtanks

De opvangtanks TR011B001, TR012B001, TR013B001 en TR014B001 worden bemonsterd en geanalyseerd: 1 × 1 liter puntmonster zonder toevoeging van drageroplossingen in een monsterfles (ZPE, wijdmonds).

Analyses TR011B001 en TR012B001

pH, boriumgehalte, chloridegehalte en de totaal gamma activiteit (NaI, geometrie 1 liter).

Analyses TR013B001 en TR014B001

pH, boriumgehalte, chloridegehalte, bepaling van de hoeveelheid loog en antischuim, vaste stof gehalte en de totaal gamma activiteit (NaI, geometrie 5 ml).

Bemonstering en analyses lozingtanks

De lozingtanks TR041B001 en TR042B001 worden bemonsterd en geanalyseerd:

- a. 1 × 500 ml puntmonster zonder toevoeging van drageroplossingen in een schone monsterfles (ZPE, wijdmonds). Van dit monster wordt de pH, het boorgehalte en de tritiumactiviteit bepaald. De meetfout in de tritiumactiviteit wordt tevens vermeld. De aantoonbaarheidsgrens voor tritium moet 40 kBq/m³ zijn.
- b. 1 × 2 liter puntmonster met drageroplossingen in een schone monsterfles (ZPE, wijdmonds).

Drageroplossing 1 wordt vooraf in de monsterfles gebracht. Na het vullen van de fles (niet spoelen en niet overvullen!) wordt drageroplossing 2 toegevoegd. De toe te voegen hoeveelheid drageroplossingen bedraagt 1 ml per liter monster.

Na het toevoegen van de drageroplossingen wordt het monster aangezuurd met geconcentreerd (65 %) salpeterzuur in een hoeveelheid van 10 ml per liter monster.

blad 3 van 8

Figuur B3

Metingen en berekeningen aan monsters van radioactief afvalwater, pag 1 van 3
Chemie instructie, N04-28-012

Meet na aanzuren de pH (1 – 2) en noteer de waarde in het afvalwaterschrift.

Van dit monster wordt de totaal gamma activiteit (NaI, geometrie 1 liter) en de nuclidensamenstelling bepaald. De puntmonsters worden minimaal één jaar bewaard voor het RIVM dat steekproefsgewijs een contra expertise uitvoert.

De bepaling van de chemische parameters, de uit te voeren afvalwaterbehandeling en de totaal gamma- en tritiumactiviteit is beschreven in de betreffende analysevoorschriften. Het bepalen van de nuclidensamenstelling is beschreven in paragraaf 3.2.

Voor het vaststellen van het volume afvalwater in de opvang- en lozingtanks wordt het PPS geraadpleegd om het waterniveau af te lezen: $\text{volume (m}^3\text{)} = \text{niveau (m)} \times 7,5 \text{ (m}^2\text{)}$.

De uit te voeren afvalwaterbehandeling, verpompen, doseren van chemicaliën en verdampen, wordt door de technicus chemie aan de afdeling KPB gemeld.

Het verwerken van de chemische en radiochemische analyseresultaten gebeurt met het programma Excel onder de afdelingsdirectory:

G:\6142\database\afvalwater\afvalwaterlozingenXXXX.xls, onder de tabbladen herkomst en invoerblad lozingen.

Na het verwerken van de resultaten wordt onder het tabblad formulier het afvalwaterformulier gegenereerd. Het afvalwaterformulier vermeldt de analyseresultaten, de uit te voeren afvalwaterbehandeling en de te lozen hoeveelheid activiteit inclusief de cumulatieve lozingen van het lopende jaar. De technicus chemie controleert en ondertekent het formulier en overhandigt dit aan de afdeling KPB.

Na lozing van het afvalwater wordt het geloosde volume gecorrigeerd voor de resterende hoeveelheid water in de lozingtank.

3.2 BEPALING VAN DE NUCLIDENSAMENSTELLING

Het puntmonster uit de lozingtank (TR041B001 en TR042B001) wordt radiochemisch nuclidespecifiek geanalyseerd. De radiochemische analyse gebeurt in een gel die als volgt wordt geprepareerd:

- Weeg 6,5 g behangplaksel af in een 250 ml geldoos;
- Smeer wat vaseline op de binnenrand van het deksel;
- Voeg daarna 250 g puntmonster toe;
- Maak de doos lek dicht door het sluiten van de doos en het afplakken met tape;
- Na goed schudden is het preparaat na vijf minuten geschikt om het radiochemisch te analyseren;

De radiochemische analyse vindt plaats op het conventionele laboratorium op detector 1 of 5.

Kies in de genie 2k gamma spectrometrie programmatuur de achtereenvolgende menu's en vul de gevraagde parameters in. De *sample date* is de datum waarop de lozing gebeurd of plaats vond. De *teltijd* is 60000 s. De *random error* = 1 % en de *systematic error* = 0 %.

De aantoonbaarheidsgrens voor ⁶⁰Co in gedemineraliseerd water moet 1 kBq/m³ zijn.

Het verwerken van de resultaten gebeurt met het programma Excel onder de afdelingsdirectory: G:\6142\database\afvalwater\afvalwaterlozingenXXXX.xls.

Per nuclide wordt opgegeven de activiteit, de fout (2s) en de MDA, onder het tabblad

blad 4 van 8

Figuur B3 Metingen en berekeningen aan monsters van radioactief afvalwater, pag 2 van 3
Chemie instructie, N04-28-012

invoerblad lozingen.

De gelpreparaten worden minimaal één jaar bewaard voor het RIVM dat steekproefsgewijs een contra expertise uitvoert.

3.3 HET KWARTAAL MENGMONSTER

Het kwartaal mengmonster dient te worden samengesteld uit de puntmonsters van de lozingtanks in een verhouding van de geloosde hoeveelheid in dat kwartaal. Het mengmonster, in totaal 5 liter, wordt samengesteld in een schone 5 l jerrycan. De berekeningswijze voor de juiste hoeveelheid puntmonster in ml is als volgt:

$$\frac{\text{geloosde volume afvalwater per tank (m}^3\text{)}}{\text{totaal geloosde volume afvalwater in het betreffende kwartaal (m}^3\text{)}} \times 5000 \text{ ml}$$

Het mengmonster wordt verdeeld over nieuwe 1 l monsterflessen (ZPE, wijdmonds). Het NRG bepaalt de totaal alfa-, ⁸⁹Sr-, en ⁹⁰Sr-activiteit in het kwartaal mengmonster. Als de totaal alfa-activiteit > 1 kBq/m³ is dient alfa-nuclide specifiek te worden gemeten.

Het RIVM bepaalt tevens de totaal alfa-, ⁸⁹Sr-, en ⁹⁰Sr-activiteit in het kwartaal mengmonster waarin de splijtstofwisselperiode valt.

Aantoonbaarheidsgrenzen: totaal alfa = 0,2 kBq/m³, ²⁴¹Am = 0,05 kBq/m³, ⁸⁹Sr = 0,5 kBq/m³ en ⁹⁰Sr = 0,5 kBq/m³.

Het kwartaal mengmonster wordt minimaal één jaar bewaard.

3.4 HET JAAR MENGMONSTER

Het jaar mengmonster dient te worden samengesteld uit de kwartaalmonsters in een verhouding van de geloosde hoeveelheid in dat jaar. Het mengmonster, in totaal 3 liter, wordt samengesteld in een schone 5 l jerrycan. De berekeningswijze voor de juiste hoeveelheid kwartaalmonster in ml is als volgt:

$$\frac{\text{geloosde volume afvalwater in dat kwartaal (m}^3\text{)}}{\text{totaal geloosde volume afvalwater in het betreffende jaar (m}^3\text{)}} \times 3000 \text{ ml}$$

Het mengmonster wordt verdeeld over nieuwe 1 l monsterflessen (ZPE, wijdmonds).

Areva in Erlangen bepaalt de ⁵⁵Fe en ⁶³Ni activiteit in het jaar mengmonster. De aantoonbaarheidsgrens moet voor elk van de nucliden 2 kBq/m³ zijn.

Het jaar mengmonster wordt minimaal één jaar bewaard.

Figuur B3 Metingen en berekeningen aan monsters van radioactief afvalwater, pag 3 van 3
Chemie instructie, N04-28-012



Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl