

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

Rapport 703719021/2008

P.J.M. Kwakman | H.A.J.M. Reinen

# Implementatie meetstrategie drinkwater bij kernongevallen

## Resultaten DRIMKO-project

Februari 2008

RIVM rapport 703719021/2008

**Implementatie meetstrategie drinkwater bij  
kernongevallen**

Resultaten DRIMKO-project

P.J.M. Kwakman en H.A.J.M. Reinen

Contact:

P.J.M. Kwakman

RIVM, Laboratorium voor Stralingsonderzoek

[pieter.kwakman@rivm.nl](mailto:pieter.kwakman@rivm.nl)

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht en ten laste van de VROM-Inspectie in het kader van het project 703719, Monitoring en handhaving drinkwater.

RIVM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven, telefoon: 030 - 274 91 11; fax: 030 - 274 29 71



## Rapport in het kort

### Implementatie meetstrategie drinkwater bij kernongevallen

#### Resultaten DRIMKO-project

De Nederlandse drinkwaterlaboratoria beschikken over net voldoende capaciteit om tijdens een nucleaire ramp radiologische analyses uit te voeren. Een radioactieve besmetting van het oppervlaktewater kan van invloed zijn op de drinkwaterkwaliteit. Om de stralingsdosis voor de bevolking in te kunnen schatten, moeten er in een korte tijd veel monsters worden geanalyseerd.

In zo'n situatie analyseren drinkwaterbedrijven vaker monsters op radioactiviteit dan normaal. De monsters worden op meerdere plaatsen in het drinkwaterzuiveringsproces genomen. Om een goed beeld te krijgen van de bemonsterings- en meetstrategieën van ruw- en reinwater heeft het RIVM een aantal gegevens over de bedrijfsvoering van drinkwaterbedrijven verzameld. De gegevens hebben betrekking op het geschatte aantal monsters, de bestaande meet- en analysecapaciteit en de capaciteit die tijdens een kernongeval nodig is.

Maatregelen om de drinkwaterzuivering aan te passen tijdens een nucleair ongeval zijn beperkt. De belangrijkste mogelijkheden op korte termijn zijn het besmette ruwe water door te laten stromen naar zee en de beluchting tijdens het zuiveringsproces te minimaliseren.

Door recente fusieontwikkelingen in de drinkwaterwereld is de capaciteit van enkele laboratoria gecentraliseerd. De krappe capaciteit op het gebied van radioactiviteitsmetingen is een factor om in de toekomst rekening mee te houden.

Trefwoorden: drinkwater, radioactiviteit, meetcapaciteit, meetstrategie, kernongeval

## **Abstract**

### **Implementation of the measuring strategy for drinking water following a nuclear incident**

Results of the DRIMKO project

Water companies in the Netherlands have just enough capacity to carry out radiological analyses of the drinking water following a nuclear disaster. Radioactive contamination of surface water can have a negative effect on the quality of the drinking water. In order to assess the radiation exposure of the population, water companies will have to analyse large numbers of drinking water samples within a short period of time.

During a nuclear incident, drinking water samples will be analysed for radioactivity more often than is usual. Sampling will occur at various stations along the water purification process. With the aim of obtaining a good overview of the sampling and measuring strategies for untreated and clean drinking water, the RIVM has compiled data on various aspects of the operational management of these water companies. This information relates to the number of samples estimated to require testing, the actual processing capacity of the water company and the capacity that will be required during and following a nuclear incident.

Water companies have only a limited number of options when confronted with a nuclear accident that requires urgent modifications to the drinking water purification process. The most important short-term options are to flush contaminated untreated water to the sea and to minimize the use of outdoor air for oxidation purposes.

Recent mergers among the producers of drinking water in the Netherlands have resulted in a centralization of laboratory capacity. This rather limited capacity to carry out radioactivity measurements is a factor that should not be overlooked in the near future.

**Key words:** drinking water, radioactivity, measuring capacity, measuring strategy, nuclear incident.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Afbakening	9
1.2 Ontwikkelingen in 2007	9
<b>2. Bedrijfsproces productie drinkwater</b>	<b>11</b>
2.1 Productieproces	11
2.2 Zuivering	12
2.2.1 Relevante radionucliden	12
2.2.2 Zuivering – mogelijke efficiëntie	13
2.2.3 Zuivering - bedrijfsspecifiek	14
2.2.4 Beluchting	16
2.3 Bedrijfsprocessen – conclusies	17
<b>3. Monstername en meetstrategie</b>	<b>19</b>
3.1 Algemeen	19
3.1.1 Stadia van een mogelijke lozing	19
3.1.2 Overzicht van mogelijke besmettingsroutes	19
3.1.3 On-line monitoring van Rijn en Maas	20
3.1.4 Meetfrequentie onder reguliere omstandigheden	21
3.2 DZH	21
3.2.1 Monstername bij een radioactieve lozing op de Maas.	21
3.2.2 Monstername bij het overtrekken van een radioactieve wolk	21
3.2.3 Meetstrategie	21
3.3 Evides	22
3.3.1 Monstername	22
3.3.2 Meetstrategie	22
3.4 PWN	22
3.4.1 Monstername	22
3.4.2 Meetstrategie	22
3.5 Waternet	23
3.5.1 Monstername	23
3.5.2 Meetstrategie	23
3.6 WB-Groningen	23
3.6.1 Monstername	23
3.6.2 Meetstrategie	24
3.7 WML	24
3.7.1 Monstername bij een besmetting van oppervlaktewater	24
3.7.2 Monstername bij een radioactieve wolk	24
3.7.3 Meetstrategie	24
3.8 Grondwater pompstations	24
3.9 Evaluatie van uitvoerbaarheid van de meetstrategie	25
3.9.1 Inventarisatie van aanwezige laboratoriumcapaciteit	25

---

3.9.2	Laboratoriumcapaciteit bij een nucleair ongeval	26
3.9.3	Vergelijking benodigde / aanwezige laboratoriumcapaciteit	27
3.9.4	Mogelijke knelpunten tijdens een nucleair ongeval	28
<b>4.</b>	<b>Resterende besmettingen in zuiverings-materialen na een nucleaire calamiteit</b>	<b>29</b>
4.1	<i>Algemeen</i>	29
4.2	<i>Hoe wordt de restbesmetting bepaald?</i>	29
4.3	<i>Restbesmettingen en regelgeving</i>	30
<b>5.</b>	<b>Notificatie van waterbedrijven bij een kernongeval of radiologisch incident</b>	<b>33</b>
<b>6.</b>	<b>Uitwisselen van gegevens tijdens repressie en nazorgfase</b>	<b>35</b>
6.1	<i>Organisatie</i>	35
6.2	<i>Data en informatieuitwisseling</i>	36
<b>7.</b>	<b>Stralingshygiënische aspecten monsternemers</b>	<b>39</b>
7.1	<i>Zijn er risico's bij monstername?</i>	39
7.2	<i>Mogelijke besmettingsroutes</i>	39
7.3	<i>Dosislimieten</i>	40
<b>8.</b>	<b>Conclusies</b>	<b>43</b>
	<b>Referenties</b>	<b>45</b>
	<b>Bijlage</b>	<b>46</b>

## Samenvatting

Indien een radioactieve wolk Nederland bedekt of een lozing op het oppervlaktewater plaatsvindt, kan de drinkwaterwinning besmet worden. Ten einde een radiologische besmetting van het drinkwater adequaat te kunnen inventariseren is in dit rapport een aantal bedrijfsvoeringgegevens verzameld die door drinkwaterbedrijven verstrekt zijn. Hierbij zijn bedrijven beschouwd die in de één of andere vorm oppervlaktewater als ruwwaterbron hebben. De gegevens hebben betrekking op zuiveringstechnieken, verblijftijden van ruwwater in reservoirs en bemonsterings- en meetstrategieën. In Nederland zullen cesium- en jodiumisotopen de belangrijkste nucliden zijn die resteren na de drinkwaterzuivering.

Het tijdelijk stoppen van de inname van besmet ruwwater uit het meng- of voorraadbekken en, indien mogelijk, gebruik maken van niet besmet ruwwater, is een belangrijke optie voor het winnen van tijd voor het nemen van verdere maatregelen. In de tussentijd kan de besmetting in de voorraadbekken door fysisch verval of door sedimentatie afnemen.

Beluchten is een essentiële stap tijdens de zuivering, maar kan ook een bron vormen voor een extra radioactieve besmetting. Beluchten dient dan ook gedurende enkele dagen, dat wil zeggen tijdens het overtrekken van de radioactieve wolk, te gebeuren na filtratie van buitenlucht over absoluutfilters, of tot een acceptabel minimum teruggebracht te worden.

Uit een inventarisatie van de meetstrategie blijkt dat in de lozingsfase van een ongeval een drietal laboratoria, zijnde Aqualab, Het Waterlaboratorium en Waterlaboratorium Zuid, een groot aantal monsters te verwerken krijgen. Uit een inventarisatie uitgevoerd in 2005 blijkt dat de geschatte benodigde capaciteit net geleverd kan worden door de drie laboratoria.

Indien de vastgelegde grenswaarden voor drinkwater overschreden worden gaat het uitvoeren van nuclidespecifieke bepalingen boven de capaciteit uit van de drinkwaterlaboratoria en is ondersteuning van bijvoorbeeld RWS RIZA en RIVM noodzakelijk. Naast deze ondersteuning dienen on-line dataoverdracht, laboratoriumcapaciteit en communicatielijnen geformaliseerd te worden.

Daar het rapport is beperkt tot de drinkwaterbedrijven die oppervlaktewater gebruiken als grondstof, vallen zowel Hydron als Vitens buiten deze rapportage. Deze beide bedrijven gebruiken immers grondwater voor de bereiding van drinkwater.

Dit rapport geeft de situatie aan die geldig was in november 2006.





# 1. Inleiding

## 1.1 Afbakening

In 2003 is in het kader van het project 'Revitalisatie Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding' het rapport 'Meetstrategie drinkwater bij kernongevallen' uitgebracht [1], hierna genoemd 'het rapport'. In het rapport wordt aangegeven hoe de drinkwatervoorziening in Nederland opgenomen kan worden in de organisatie voor de bestrijding van de effecten van kernongevallen. Daarbij dienen de drinkwaterbedrijven te beschikken over een meetprogramma en meetfaciliteiten voor het vaststellen van radiologische besmetting van het drinkwater of de bronnen voor de bereiding van drinkwater. Ter verbetering hiervan zijn in het rapport aanbevelingen opgenomen. Door de brede opzet van het rapport zijn ook de aanbevelingen divers in aard, omvang en belang. De belangrijkste aanbevelingen betreffen de implementatie van een meetstrategie bij de waterleidingbedrijven en de communicatie tussen de bedrijven en de crisisbeheersingsorganisatie voor kernongevallen.

De VROM-Inspectie heeft het RIVM opdracht gegeven de aanbevelingen in het rapport te implementeren. De belangrijkste aspecten zijn:

1. Het opnemen van de bedrijven in het systeem voor notificatie in het kader van de kernongevallenbestrijding (NPK).
2. Het opstellen van een bedrijfsspecifiek bemonsterings- en meetplan op basis van het globale meetplan in het rapport, mede in relatie tot reguliere metingen in kader van het Waterleidingbesluit.
3. Het maken van afspraken en inrichten van een systeem voor het uitwisselen van radiologische data en informatie tussen waterbedrijf, analyselaboratorium, VEWIN en de nationale organisatie voor kernongevallenbestrijding.

Dit rapport geeft de situatie aan die geldig was in november 2006.

## 1.2 Ontwikkelingen in 2007

De fusie- en overnameontwikkelingen in de drinkwaterwereld zijn ook in 2007 voortgeschreden. Het is tijdens het verschijnen van dit rapport bijvoorbeeld nog niet helder hoe de fusie tussen Vitens en Evides uit zal pakken voor de gezamenlijke laboratoriumcapaciteit, en dan met name voor de capaciteit op het gebied van radioactiviteitsmetingen.



## 2. Bedrijfsproces productie drinkwater

### 2.1 Productieproces

Bij het inventariseren en beschrijven van enkele productieprocessen zijn eerst de bedrijven beschouwd die in de één of andere vorm oppervlaktewater als ruwwaterbron hebben. De bedrijven die grondwater gebruiken voor de bereiding van drinkwater worden geacht veel minder kwetsbaar te zijn voor een radioactieve besmetting via een wolk of een oppervlaktewaterlozing en worden daarom in een later stadium in deze inventarisatie opgenomen. Zie Tabel 2.1.

*Tabel 2.1 Drinkwaterbedrijven die deels of uitsluitend oppervlaktewater als ruwwaterbron gebruiken; situatie in april 2006*

Bedrijf	Ruwwaterbron (-nen)
DZH	Maas (Brakel), Waal (Brakel), Lek (Bergambacht)
Evides	Maas (Biesbosch), Haringvliet
PWN	IJsselmeer (Andijk), Rijn (Nieuwegein)
Waternet	Rijn (Nieuwegein), Waterleidingplas Loenderveen (Bethunepolder, Amsterdam-Rijnkanaal)
WB-Groningen	Drentsche Aa (De Punt)
WML	Maas (zijkanaal), Roer

De bedrijven die uitsluitend grondwater als ruwwaterbron hebben zijn Vitens, WMD en BrabantWater. In totaal vormt grondwater voor ongeveer 60 % en oppervlaktewater voor ongeveer 40 % de 'bron' van drinkwater in Nederland [2].

*Wat zijn de verblijftijden van het water in ruwwatervoorraden ?*

De drinkwaterproducerende bedrijven hebben verblijftijden aangegeven van mogelijke contaminanten, zoals bijvoorbeeld een radioactieve besmetting, in het ruwe water.

*Tabel 2.2 Verblijftijden van ruwwater (normale situatie)*

Bedrijf	Locatie	Verblijftijden
DZH	Duinfiltratie Scheveningen	> 60 d
Evides	Biesbosch Haringvliet	> 3 mnd > 30 d
PWN	Andijk WPJ duinen (Noord-Holland)	10 wk* 3-6 wk > 21 d
Waternet	Vogelenzang Waterleidingplas (Loenderveen)	60 - 100 d 60 - 100 d
WB-Groningen	De Punt (mengbekken)	50 -70 d
WML	Heel: analysebekken, spaar- bekken, bodempassage Roosteren: bodempassage Roetgen:	> 9 mnd > 45 d > 20-30 d

\* In een enkel geval, een ongecontroleerde lozing van fecaliën, bleek er binnen 2 dagen een verhoogde bacteriologie gemeten te worden bij het innamepunt [3].

Die verblijftijden zijn in het algemeen gebaseerd op de onderstaande factoren:

- de instroom van een rivier in een voorraadbekken,
- het volume van het bekken (de menggraad en de verversingsgraad),
- de inname van ruwwater voor drinkwaterbereiding.

De bovenstaande schatting van de verblijftijd is juist als een radioactieve lozing via een rivier een ruwwaterbekken bereikt. Indien echter een radioactieve wolk een groot deel van het land bedreigt, zoals ten tijde van Tsjernobyl het geval was, dan zal een voorraadbekken in zijn geheel besmet raken. De berekende verblijftijden gelden dan niet. Een verblijftijd wordt in een dergelijke situatie hoofdzakelijk bepaald door de maximaal mogelijke tijd van de onderbreking van de levering vanuit het voorraadbekken aan de zuivering. Tijdens zo'n onderbreking kunnen kortlevende nucliden vervallen en kan er menging over het gehele volume plaatsvinden. Afhankelijk van de chemische aard van de radionucliden kan er adsorptie aan zwevende deeltjes en sedimentatie plaatsvinden. Er zal echter altijd een deel van de besmetting vrij in oplossing blijven. Afhankelijk van de chemische aard van de betreffende radionucliden en de zuiveringstechnieken voor de bereiding van drinkwater zal de besmetting geheel of gedeeltelijk verwijderd kunnen worden (zie ook paragraaf 2.2.2).

*Welke productietijd is nodig voor de bereiding van drinkwater?*

Met productietijd wordt hier bedoeld de tijd vanaf verwerking van het mogelijk besmette ruwe water tot aan opslag in de reinwaterkelders. Afhankelijk van de doorlooptijd van de zuiveringstappen kan de productietijd variëren van minder dan één tot enkele dagen. Dat wil zeggen dat er tijdens de opslag in bekkens en duinen wel, maar tijdens de productie nauwelijks nog radioactief verval kan optreden van kortlevende nucliden.

Na de inname van ruwwater wordt doorgaans niet direct begonnen met verwerking en de zuivering. Eerst vindt er doorstroming en menging plaats in grote bekkens (Biesbosch, Andijk, waterleidingplas te Loenderveen) of wordt het ruwe water na een voorzuivering in de duinen geïnfiltreerd. Deze stappen (doorstroming, menging en voorzuivering) duren ongeveer 30-100 dagen, afhankelijk van het proces. Bij duininfiltratie kan de verblijftijd nog langer zijn. Indien de inname wordt gestopt wordt ingeteerd op het beschikbare volume; de te hanteren overbruggingsperiode hangt af van de toelaatbare peildaling in het bekken.

## 2.2 Zuivering

### 2.2.1 Relevante radionucliden

In het rapport 'Drinkwaterzuivering na een kernongeval' is een recent literatuur overzicht gegeven van zuiveringstechnieken voor de drinkwaterbereiding [4]. Enkele gegevens die hier direct van belang zijn worden in deze paragraaf weergegeven. Uit meetgegevens, voortgekomen uit de nasleep van het reactorongeluk in Tsjernobyl (april 1986), is goed bekend welke nucliden zich in welke mate door de lucht of via oppervlaktewater verspreiden [5, 6]. Zie Tabel 2.3. Volgens een IAEA-rapport is de dosis als gevolg van lokale depositie van radionucliden na het Tsjer-

nobyl ongeluk hoofdzakelijk veroorzaakt door  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238/239/240}\text{Pu}$  en  $^{241}\text{Am}$ . Ongeveer 95 % van de radioactieve besmetting bevindt zich namelijk in de top 5-8 cm van de bodem [6].

Tabel 2.3 Overzicht van depositie van voornaamste radionucliden als gevolg van het reactorongeval in Tsjernobyl

In Nederland	Omgeving Tsjernobyl korte afstand <sup>1,2</sup>	Omgeving Tsjernobyl grotere afstand	Halfwaardetijd
$^{99}\text{Mo}$ / $^{99\text{m}}\text{Tc}$			66 h
	$^{89}\text{Sr}$	$^{89}\text{Sr}$	50,5 d
	$^{90}\text{Sr}$	$^{90}\text{Sr}$	28,5 j
$^{103}\text{Ru}$	$^{103}\text{Ru}$		39 d
$^{106}\text{Ru}$	$^{106}\text{Ru}$		358 d
$^{131}\text{I}$	$^{131}\text{I}$	$^{131}\text{I}$	8 d
$^{134}\text{Cs}$	$^{134}\text{Cs}$	$^{134}\text{Cs}$	2 j
$^{137}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	30 j
$^{140}\text{Ba}$ / $^{140}\text{La}$			12,8 d
	$^{238}\text{Pu}$ , $^{239}\text{Pu}$ , $^{240}\text{Pu}$		87 / 24100 / 6570 j
	$^{241}\text{Am}$		432 j

- 1 De alfastralers Pu en Am hechten in de lucht zeer sterk aan aerosolen en deponeren in de nabijheid van het ongeval. Strontium in lucht bedraagt slechts ongeveer 1-5 % van de cesiumactiviteit.
- 2 Strontium in water of op de bodem in de nabijheid van de reactor in Tsjernobyl bedraagt ongeveer 8-50 % van de cesiumactiviteit.

### 2.2.2 Zuivering – mogelijke efficiëntie

Drinkwaterbedrijven in Nederland passen zuiveringstechnieken toe om aan de drinkwaternormen in het Waterleidingbesluit te voldoen [7]. Het gaat dan bijvoorbeeld om:

- verwijderen van zwevende stoffen;
- verwijderen van micro-organismen (bacteriën, virussen en protozoa);
- het verwijderen van metalen, zoals ijzer en mangaan;
- waterontharding;
- verwijderen van organische microverontreinigingen zoals bestrijdingsmiddelen.

Voor het verwijderen van radionucliden worden in de Nederlandse drinkwaterbereiding niet expliciet zuiveringsstappen ingezet, omdat het gehalte aan natuurlijke radioactiviteit in rivierwater en grondwater zeer laag is. Vandaar dat op basis van literatuurgegevens een schatting is gemaakt van de verwijdering van de meest relevante radionucliden door de diverse zuiveringstechnieken [4, 8].

Exacte zuiveringspercentages zijn niet te geven omdat die enerzijds sterk verschillen in de literatuur, en anderzijds afhankelijk zijn van de hardheid van het ruwwater, de soort en hoeveelheid sediment in het grondwater of in de opvangbekkens, en dergelijke.

Tabel 2.4 Overzicht van effectiviteit van diverse zuiveringstechnieken voor verwijdering van radionucliden

Nuclide-groep	Coagulatie en filtratie	Zandfiltratie snelfiltratie	Hyperfiltratie (omgekeerde osmose)	Koolfiltratie	Ontharding	Ionenwisseling
U, Pu, Am	++	?	++	indien aan humuszuren gebonden: +	+	++
<sup>89</sup> Sr, <sup>90</sup> Sr	+	-	++	-	+	+
<sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs	+ bij kleideeltjes	-	++	-	-	-
<sup>131</sup> I *	+	+ (verval)	++	+	-	-
<sup>103</sup> Ru, <sup>106</sup> Ru	+	+	++	+	+	+
<sup>140</sup> Ba / <sup>140</sup> La	+	+ (verval)	++	-	+*	?
<sup>132</sup> Te / <sup>132</sup> I	+	+ (verval)	++	-	-	?
<sup>99</sup> Mo / <sup>99m</sup> Tc	+	+ (verval)	++	-	-	?

\* Jodium kan aanwezig zijn als I<sub>2</sub>, I<sup>-</sup> en als organische verbinding zoals CH<sub>3</sub>I. Na ozonisatie in de drinkwaterzuivering is IO<sub>3</sub><sup>-</sup> ook mogelijk. De gegeven effectiviteit is een schatting op basis van mogelijk chemisch voorkomen.

\* Barium gedraagt zich bij waterontharding analoog aan Mg, Ca, Sr en Ra.

“++” geeft een zuivering aan van circa 80 – 99 % ; “+” een zuivering van 40 – 80 % ; “-” minder dan 40 %.

“?” geeft aan dat het zuiveringspercentage niet in de geraadpleegde literatuur is gevonden.

### 2.2.3 Zuivering - bedrijfsspecifiek

#### DZH

Bij Brakel wordt water ingenomen van de Afgedamde Maas en vindt de eerste zuivering plaats met microzeven. Vanuit Brakel pompt DZH het water naar Bergambacht. Na passeren van een snelfiltratiestap in Bergambacht wordt het water verpompt naar de duingebieden van Scheveningen, Katwijk en Monster. Door de lange verblijftijd in de duinen van circa 60 dagen zullen besmettingen van kortlevende radionucliden grotendeels verdwijnen. De radionucliden zullen niet even snel als het ruwe water, maar vertraagd door het duinzand bewegen. Daardoor zal er enerzijds een verdunning optreden van de besmetting, en anderzijds zal er ook sprake kunnen zijn van een lange ongewenste nalevering van steeds lagere activiteitsconcentraties.

Aangenomen wordt dat de nucliden <sup>134</sup>Cs en <sup>137</sup>Cs onvoldoende worden verwijderd bij duinfiltratie. Dit is gebaseerd op de geringe adsorptie van cesium in zand. Er zijn echter geen literatuurgegevens over duinfiltratie van andere radionucliden bekend.

#### Evides

Het ingenomen rivierwater van de Maas wordt voor de zuivering ten minste drie maanden opgeslagen in de spaarbekkens in de Biesbosch. Dit maakt de waterwinning relatief ongevoelig voor een lokale besmetting die via de Maas het land en de spaarbekkens inkomt. De inname van een lokale besmetting in Maaswater kan tij-

delijk gestopt worden tot de besmetting zoveel mogelijk gepasseerd is. Het uitrekenen van een radioactieve wolk boven het stroomgebied van de Maas en de spaarbekkens zal echter een probleem vormen, omdat een tijdelijke innamestop dan geen zin heeft. Het ontsmetten van spaarbekkens zal, afhankelijk van de chemische eigenschappen van de besmetting, een forse inspanning vergen.

#### *PWN*

PWN betreft ruwwater uit het IJsselmeer (directe drinkwaterzuivering en voorzuivering Andijk), uit het Lekkanaal (voorzuivering Nieuwegein) en uit de duinen (grotendeels geïnfiltreerd voorgezuiverd water uit de Rijn en IJsselmeer). De grondwaterwinning bij Huizen en Laren wordt hier buiten beschouwing gelaten. Bij PWN geldt ongeveer dezelfde redenering betreffende duininfiltratie als bij DZH hierboven: verdunning enerzijds en mogelijk lange nalevering anderzijds. Een verschil is wel dat bij DZH de duininfiltratie gesloten is, waar er bij PWN sprake is van een open winning.

Bij natte en droge depositie in het bekken in Andijk treedt enerzijds verdunning en sedimentatie op. Anderzijds zal het IJsselmeerwater dat het bekken in Andijk instroomt, in een dergelijke situatie zelf ook enigszins besmet zijn waardoor er geen verdunning plaatsvindt door de aanvoer van schoon water. Tevens kan aanlevering door het uitwateren van het Noord-Hollands poldergebied ook nog bijdragen.

Bij een besmetting van de IJssel kan de inname van water uit het IJsselmeer eventueel tijdelijk gestopt worden tot de besmetting zoveel mogelijk afgenomen is door fysisch verval of adsorptie aan bodemklei. Het ontsmetten van de spaarbekkens in Andijk zal, afhankelijk van de chemische eigenschappen, evenals bij de spaarbekkens in de Biesbosch, een forse inspanning vergen.

De waterfabriek in Heemskerk kan door middel van hyperfiltratie zeer schoon water opleveren. Dit is hoogstwaarschijnlijk de enige grootschalige zuiveringstechniek die in staat is om cesiumisotopen vrijwel kwantitatief uit het water te halen.

#### *Waternet*

Waternet neemt op twee plaatsen ruwwater in:

- Rijnwater dat voorgezuiverd wordt bij Nieuwegein en na duinpassage verder gezuiverd bij Leiduin. De verblijftijd in de duinen is circa 60-100 dagen, daarna gevolgd door een productietijd van circa 16 uur. Dit is dezelfde ruwwaterbron als van PWN.
- Oppervlaktewater uit de Waterleidingplas (Loenderveen) gevolgd door zuivering in Weesperkarspel. De verblijftijd in de plas is ook circa 60-100 dagen, met een productietijd van 22 uur.

Hier is betreffende duininfiltratie dezelfde situatie als bij PWN: verdunning enerzijds en mogelijk lange nalevering anderzijds. Besmetting van de Waterleidingplas (Loenderveen) door een radioactieve wolk resulteert in dezelfde problemen als bij Biesbosch en Andijk: een besmetting die door de grote schaal erg moeilijk is te verwijderen.

#### *WML*

WML betreft ruwwater op drie punten:

1. Bij Heel van oorsprong Maaswater afkomstig uit het Lateraal Kanaal.  
Het waterbekken is beperkt in oppervlakte (circa 1,26 km<sup>2</sup> en volume circa



$25 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ) en door de diepte van circa 20 m relatief ongevoelig voor een besmetting vanuit de lucht. Een simpele berekening laat zien dat een  $^{137}\text{Cs}$ -depositie van  $10 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-2}$  bij volledige menging leidt tot een zeer lage activiteitsconcentratie in het bekken van circa  $0,5 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ . Het bekkenwater infiltreert via de oever van het bekken in de bodem en wordt via pompputten teruggewonnen. De reistijd van het bekkenwater naar de pompputten bedraagt meer dan 60 dagen. Het is aannemelijk dat er (enige mate van) adsorptie aan kleideeltjes plaats zal vinden. Het kleine oppervlak in combinatie met de diepte, de reistijd en de adsorptie van  $^{137}\text{Cs}$  aan klei maakt dit waterinnamepunt relatief ongevoelig voor besmetting door een radioactieve wolk.

## 2. Innamepunt Roosteren

De grondstof voor pompstation Roosteren is freatisch grondwater en Maaswater dat na oeverfiltratie in de periferie van de Maas wordt onttrokken. De minimale reistijd van het Maaswater naar de pompputten bedraagt ongeveer 45 dagen. Een radioactieve wolk kan een groot deel van het stroomgebied van de Maas besmetten, maar daar staat tegenover dat een groot deel van de radioactieve besmetting door de reistijd is afgenomen en door de oeverfiltratie uitgefilterd zal zijn.

## 3. Inname van Duits drinkwater van pompstation Roetgen.

WML koopt Duits water in dat door WAG in de Eiffel uit oppervlaktewater wordt gewonnen en bereid. Dit oppervlaktewater is van oorsprong regenwater dat in een groot gebied in de Eiffel afwatert op een aantal reservoirs die met elkaar in verbinding staan. De verblijftijd in het laatste reservoir voor het productieproces bedraagt ongeveer 20-30 dagen. Het drinkwater wordt grotendeels op pompstation Roetgen (D) geproduceerd. WML koopt drinkwater in waarvan de kwaliteit in een contract is vastgelegd. De verantwoordelijkheid voor de zuivering ligt bij WAG. WML heeft zelf dan ook weinig mogelijkheden om de kwaliteit van dit ingekochte water aan te passen indien dat noodzakelijk mocht zijn.

### *WB-Groningen*

Het ruwwater is afkomstig uit het stroomgebied van de Drentsche Aa. Het water wordt verzameld in een mengbekken met een theoretische verblijftijd van circa 60-70 dagen. In geval van calamiteiten kan het water direct aan de Drentsche Aa onttrokken worden. Ook bestaat de mogelijkheid om oud grondwater bij te mengen. Hoogstwaarschijnlijk is een besmetting van de Drentsche Aa door een radioactieve wolk een beperkt probleem door het kleine stroomgebied, de lange verblijftijd in het mengbekken en de mogelijkheid van bijmengen van oud grondwater.

WB-Groningen past een passieve beluchting toe met behulp van zogenaamde Amsterdamse sproeiers. De buitenlucht wordt niet gefilterd.

### **2.2.4 Beluchting**

Op meerdere plaatsen bij het bereiden van drinkwater speelt beluchting een belangrijke rol. Onder andere processen als ontgassen, het beluchten van water met luchtzuurstof ten behoeve van de bacteriële oxidatie van  $\text{NH}_4^+$ , en het oxideren van ijzer en mangaan kunnen niet plaatsvinden zonder beluchting. Bij het bereiden van  $1 \text{ m}^3$  drinkwater wordt er, afhankelijk van de zuiveringstechniek, tussen 1 en maximaal  $20 \text{ m}^3$  omgevingslucht gebruikt. Indien er een radioactieve wolk over het land trekt kan radioactiviteit via beluchting in drinkwater komen. Het is dan ook zaak om voorafgaand aan de beluchting een filtering uit te voeren. Absoluutfilters komen het

eerst in aanmerking vanwege het hoge vangstrendement van aerosolen. Er zijn echter situaties met zogenaamde open beluchtingsystemen (bijvoorbeeld sproeiers of cascadebeluchters) waarbij het filteren van lucht erg lastig is. DZH past cascadebeluchting toe en heeft toch de mogelijkheid gecreëerd om absoluutfilters te plaatsen indien dat noodzakelijk is.

Op de productielocatie Weesperkarspel wordt ozonhoudend gas uit lucht geproduceerd voor desinfectie doeleinden. Het is niet bekend of het voorfilteren van de voor benodigde lucht technisch eenvoudig realiseerbaar is.

RIVM is een voorstander om ten minste gedurende het overtrekken van een radioactieve wolk lucht te filteren of om de beluchting tot een minimum terug te brengen. De wettelijk vereiste kwaliteit van het geproduceerde drinkwater zal in het oog gehouden moeten worden.

*In welke mate draagt beluchting van drinkwater bij aan de dosis?*

Er wordt verondersteld dat de persoon die als referentie wordt genomen 2 l water per dag drinkt en een ademtempo heeft van  $1,2 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

Indien we in een 'worst case' benadering veronderstellen dat er voor de bereiding van  $1 \text{ m}^3$  water  $20 \text{ m}^3$  lucht nodig is, dat bij de beluchting alle radionucliden in het drinkwater terecht komen en er daarna niet meer uitgefilterd worden, dan zal de besmetting via inhalatie een factor 720 groter zijn dan via ingestie. Zie onderstaande berekening.

$$\frac{\text{inhalatie}}{\text{ingestie}} = \frac{24 \times 1,2 [\text{m}^3 / \text{d}]}{0,002 [\text{m}^3 / \text{d}] \times 20 \left[ \frac{\text{m}^3 - \text{lucht}}{\text{m}^3 - \text{water}} \right]} = 720$$

Hierbij is verwaarloosd dat voor veel radionucliden de dosis via inhalatie hoger is dan via ingestie. Tevens is ervan uitgegaan dat er geen enkele zuivering van de radioactieve besmetting plaatsvindt.

Het verwijderen van radionucliden in de drinkwaterzuivering is minder belangrijk dan het voorkomen van inhalatie van radionucliden. Daar staat tegenover dat:

- de publieksperceptie zeer negatief zal zijn, ook van licht radioactief besmet drinkwater
- de inhalatieperiode, het passeren van de besmette wolk, enkele dagen zal duren terwijl een besmetting in het drinkwater mogelijk dagen tot weken kan duren.

## 2.3 Bedrijfsprocessen – conclusies

- 1 Over het algemeen liggen de productietijden van reinwater in de orde van 12-24 uur na inname van ruwwater vanuit een bekken of duinen. Er is dus een reële kans dat er besmet drinkwater geproduceerd wordt indien een besmetting van ruwwater niet tijdig wordt ontdekt.

- 2 Indien een voorraadbekken in zijn geheel door een radioactieve wolk wordt besmet zijn de berekende verblijftijden, veelal gebaseerd op instroom, volume en uitstroom (ofwel inname voor drinkwaterzuivering), niet meer toepasbaar. Er resteert dan maximaal de bovenstaande productietijd van 12-24 uur.
- 3 In de zuiveringsstappen die de drinkwaterbedrijven in Nederland uitvoeren zijn de cesiumisotopen  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{136}\text{Cs}$  en  $^{137}\text{Cs}$  en de jodiumisotopen, waaronder voornamelijk  $^{131}\text{I}$ , de belangrijkste nucliden die na de zuivering zullen restereren. Is er sprake van een lange verblijftijd in een voorraadbekken dan zal  $^{131}\text{I}$  door de korte halfwaardetijd van 8 dagen voor een belangrijk deel vervallen zijn.
- 4 Het tijdelijk stoppen van de inname van besmet ruwwater uit het meng- of voorraadbekken en gebruik maken van niet besmet ruwwater, is een belangrijke optie voor het winnen van tijd voor het nemen van verdere maatregelen, al is die tijd in het ongunstigste geval maar enkele dagen. In de tussentijd kan de besmetting in de voorraadbekken vervallen of door sedimentatie afnemen.
- 5 In theorie kan door het toedienen van poederklei de hoeveelheid radioactief cesium in het water verminderd worden. Hiervoor zijn echter in een kort tijdbestek grote hoeveelheden poederklei noodzakelijk. Het lijkt niet aannemelijk dat ten tijde van een calamiteit binnen enkele dagen deze logistieke problemen op te lossen zijn. Het op zeer korte termijn wijzigen of aanpassen van de drinkwaterzuivering lijkt dan ook geen reële optie.
- 6 Beluchten is een essentiële stap tijdens de zuivering, maar kan ook een bron vormen voor een extra radioactieve besmetting. Het verdient daarom aanbeveling om een van de volgende alternatieven te kiezen:
  - gedurende korte tijd, enkele dagen tot een week, voorzuiveren van de gebruikte lucht nodig voor beluchtingprocessen, bij voorkeur met absoluutfilters.
  - tot een minimum beperken van de beluchting gedurende enkele dagen met behoud van de minimaal vereiste waterkwaliteit.
  - tijdelijk gebruik te maken van zuurstof of perslucht. Het op een korte termijn inpassen hiervan in de zuivering kan een probleem zijn.

De bovengenoemde zaken worden hoofdzakelijk bepaald door nut, noodzaak en de bedrijfspraktijk. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met de dosis voor onderhoudstechnici die de besmette luchtfilters moeten verwisselen (zie ook hoofdstuk 7).

## 3. Monstername en meetstrategie

### 3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt een kort overzicht gegeven van de monstername- en meetstrategie van de drinkwaterbedrijven. Aangezien een lozing verschillende stadia kent, en de paden in het milieu divers kunnen zijn, is een uitputtende beschouwing van een grootschalige besmetting complex. Dit probleem is dan ook beperkt tot het bespreken van twee scenario's in paragraaf 3.2 en verder.

#### 3.1.1 Stadia van een mogelijke lozing

Bij het beschrijven van de monsternamestrategie wordt geen onderscheid gemaakt naar de diverse stadia van een lozing. Afhankelijk van het type ongeval en de afstand kan men deze stadia onderscheiden :

1. Pre-lozingsfase - men is wel genotificeerd, maar er is nog geen lozing.
2. Lozingsfase - de monstername- en meetcapaciteit wordt ten volle benut.
3. Eerste down scale fase – niet ieder bedrijf is even hard getroffen.
4. Nazorgfase – inventariseren van restbesmettingen.
5. Herstelfase – overgang naar de reguliere monsternamefrequentie.

#### 3.1.2 Overzicht van mogelijke besmettingsroutes

Als een radioactieve wolk het land bedreigt, kunnen diverse besmettingspaden optreden. Dit is afhankelijk van het lokaal uitregenen, afwatering van het land, doordringen in grondwater en oeverfiltraat en dergelijke. Zie Figuur 3.1.

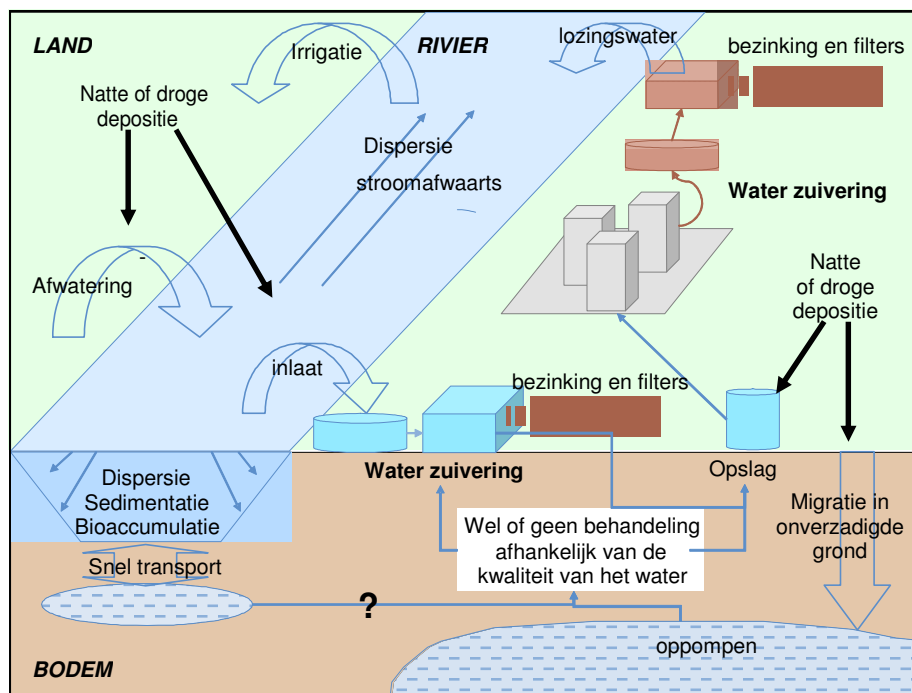


Fig 3.1 Schematisch overzicht van de diverse besmettingspaden (groen = land; blauw = rivier; bruin = bodem)

Het relatieve belang van de besmettingspaden onderling kan sterk verschillen en het heeft dan ook weinig zin om daar percentages aan toe te kennen. Dit is onder andere duidelijk geworden na afloop van het ongeluk in Tsjernobyl. Er is een mix aan nucliden met zeer divers chemisch gedrag op het land en direct op het oppervlakte-water gedeponereerd [9]. Het aantal nucliden dat aangetroffen kan worden is mede afhankelijk van de afstand; de kortlevende en de minder vluchtige nucliden zullen niet ver van het ongeval terechtkomen. Ook het type ongeval (hitte / duur van de brand / explosie) is van invloed op de verspreiding en de grootte van radioactieve deeltjes.

In dit rapport is het probleem versimpeld door per bedrijf twee scenario's te bekijken, en daarbij het aantal nucliden (in gedachten) te beperken tot de Cs-, I-, en Sr-isotopen.

De scenario's zijn:

- een radioactieve lozing op een rivier; bovenstrooms van de inname van ruwwater voor drinkwaterbereiding;
- een radioactieve wolk die geheel Nederland bedekt; tijdens het overtrekken van de wolk regent een fors deel van de besmette wolk uit boven een beken dat gebruikt wordt voor inname van ruw water.

Dit is in paragraaf 3.2 per bedrijf nader uitgewerkt.

### 3.1.3 On-line monitoring van Rijn en Maas

Door RWS RIZA wordt bij de grensovergang Lobith (Rijn) en Eijsden (Maas) de gamma-activiteit van het rivierwater continu bewaakt. Dit bewakingssysteem heet Aqualarm (zie [www.aqualarm.nl](http://www.aqualarm.nl)). Eventuele alarmeringen die hieruit voortvloeien worden aan de betreffende drinkwaterbedrijven gemeld.. Zie de onderstaande tekst-box; de toelichting is grotendeels overgenomen van de Aqualarm-website

De radioactiviteitmonitor maakt gebruik van gammaspectrometrie: alleen gammastralers kunnen worden gemeten. Alfa-stralers zoals plutonium en bèta-stralers zoals tritium kunnen niet gemeten worden met de monitor. De gammaspectrometer voor on-line alarmering is gebaseerd op een natriumjodide detector. Het gemeten spectrum is opgedeeld in acht kanalen:

Kanaal	Energierange in keV	Voorbeeld van Isotoop *
Kanaal 1	295-405	Lood-214 **
Kanaal 2	310-500	Jodium-131
Kanaal 3	500-660	Bismuth-214 **
Kanaal 4	600-750	Cesium-137
Kanaal 5	750-1050	Kobalt-58
Kanaal 6	1050-1250	Kobalt-60
Kanaal 7	1250-1380	Kobalt-60
Kanaal 8	1380-1540	Kalium-40 **

\* Per kanaal kunnen meerdere isotopen voorkomen, in de tabel is de meest waarschijnlijke als voorbeeld genoemd. De range is opgegeven in kilo elektronvolt (keV). \*\* Kanaal 1 en 3 hebben een iets hoger achtergrondsignaal door natuurlijke radio-isotopen, kanaal 8 bevat een ijkbron (van Kalium-40). Bij overschrijding van een alarmgrens worden monsters genomen voor nader onderzoek op het laboratorium van RWS RIZA (Lelystad).

Er zijn afspraken tussen Nederland en België, Frankrijk en Duitsland vanaf welke niveaus er onderlinge meldingen plaatsvinden. RWS RIZA houdt de alarmgrenzen

aan die Duitsland ook hanteert: indien gedurende 2 uur het gammaniveau 25 Bq/l overschrijdt, volgt monstername, analyse en het volgen van het verloop van de verhoging.

### **3.1.4 Meetfrequentie onder reguliere omstandigheden**

Bij de waterbedrijven is de meetfrequentie onder reguliere omstandigheden afgestemd op de eisen die vastgelegd zijn in het Waterleidingbesluit [7]. In Nederland komt dit voor radiologische parameters veelal neer op één analyse per maand of per kwartaal. Enkele andere niet-radiologische parameters, zoals pH en ionenconcentratie, worden dagelijks gemeten.

## **3.2 DZH**

### **3.2.1 Monstername bij een radioactieve lozing op de Maas.**

De risicolocatie is het innamepunt van Maaswater bij Brakel. De inname van water kan gedurende 40 dagen voortgezet worden vanwege de verblijftijd in de Afgedamde Maas, zonder dat daardoor de drinkwaterproductie in gevaar komt. Na deze termijn zal een eventuele besmetting door de lange duinfiltratie niet snel in het drinkwater terechtkomen. Het duurt immers 60 dagen voordat het ingenomen en geïnfilterde water het pompstation bereikt. Het is echter zeker niet de bedoeling dat besmet water de duinen ingepompt wordt. Indien deze situatie zich voordoet kunnen in Brakel Waalwater en in Bergambacht Lekwater als alternatieve bronnen fungeren.

### **3.2.2 Monstername bij het overtrekken van een radioactieve wolk**

Zowel het water in de Afgedamde Maas als het water in de infiltratieplassen kan door het overtrekken van een radioactieve wolk besmet raken. Omdat de verzamelkommen overdekt zijn, is een directe besmetting van de duinfiltratie niet mogelijk. In een dergelijke situatie worden dagelijks de volgende punten bemonsterd: Keizersveer, inlaat Brakel, enkele (wisselende) infiltratieplassen, ruw- en reinwater.

### **3.2.3 Meetstrategie**

De meetstrategie wordt bij een radioactieve lozing of een radioactieve wolk gelijk uitgevoerd. De monsters worden door Het Waterlaboratorium geanalyseerd op  $^3\text{H}$  en totaal- $\beta$ . RWS RIZA voert de totaal- $\alpha$ -bepalingen uit. De meetstrategie is tijdens de eerste 40 dagen:

- dagelijks - meting van het water van de Maas bij Keizersveer om de piek te monitoren;
- dagelijks - meting van het water net buiten de inlaat bij Brakel, wanneer inname weer overwogen wordt;
- wekelijks - meting van het reine water (ter geruststelling van de consument).

Na deze periode van 40 dagen wordt dagelijkse een meting uitgevoerd bij de inlaat in Brakel en op de locatie waar het water naar de infiltratiegebieden getransporteerd wordt. Het punt net buiten de inlaat hoeft dan niet meer bemonsterd te worden. Op het moment, dat het water theoretisch de pompstations kan bereiken (met een veiligheidsmarge van 7 dagen), wordt het meetprogramma uitgebreid met het dagelijks

meten van het ruwwater van Scheveningen, Katwijk en Monster. De monsters van het reine water worden dan ook dagelijks gemeten.

### 3.3 Evides

#### 3.3.1 Monstername

Op de locaties Petrusplaat, Kralingen, Baanhoek, Berenplaat, Braakman, Ouddorp en Haamstede worden ten tijde van een radioactieve wolk bij een aantal pompstations in totaal ongeveer 15 monsters per dag genomen. Bij een radioactieve besmetting in de Maas worden op dezelfde locaties 29 monsters per week genomen.

De inname van Maaswater kan tijdelijk gestaakt worden. En na korte tijd, ongeveer een week, versneld doorstromen kan de inname weer gestart worden. Eventueel is tijdelijk de Oude Maas als ruwwaterbron te gebruiken, uiteraard afhankelijk van de besmetting van de Oude Maas.

#### 3.3.2 Meetstrategie

Tijdens een nucleaire calamiteit wordt met een veel hogere frequentie bemonsterd en geanalyseerd als tijdens een reguliere situatie. Dit geldt zowel bij een radioactieve wolk als bij een lozing op oppervlaktewater. De monsters worden geanalyseerd door Aqualab op  $^3\text{H}$ , totaal-alfa- en totaal-bèta-activiteit, en desgewenst op gammastralers.

### 3.4 PWN

#### 3.4.1 Monstername

De diverse innamepunten van PWN zijn in Tabel 3.1 verwerkt.

Een naderende besmetting hoeft niet per se tot de inname van besmet water te leiden. De bemonsteringsfrequentie in de tabel is dan ook een behoudende (= hoge) schatting; het kan in praktijk al snel lager uitvallen.

#### 3.4.2 Meetstrategie

Zie tabel 3.1. De monsters worden geanalyseerd door Het Waterlaboratorium op  $^3\text{H}$  en totaal-bèta; de totaal-alfa-bepalingen worden uitgevoerd door RWS RIZA.

Tabel 3.1 Overzicht van monsternamen en meetstrategie bij PWN

Monsterpunt	Radioactieve lozing op een rivier	Radioactieve wolk
Andijk	Bij besmetting van Rijn geen directe gevolgen. Eventueel inname tijdelijk staken. Indien wel besmette inname dan bemonstering 1 rein / d + 2 ruw / d	Hele IJsselmeer besmet, bemonstering van innamebekken en reinwater. Bemonstering 2 / d
Bergen en Wijk aan Zee	Inname van ruwwater bij Nieuwegein staken en alleen levering via WPJ – 1 maand duinwatervoorraad. Bemonstering max. 6 / d	Indien IJsselmeer en innamebekken WPJ besmet: bemonstering 8 / d.
Huizen	Geen invloed op grondwater bij Huizen. Meting ~ 1 / wk	Geen invloed op grondwater bij Huizen. Bemonstering ~ 1 / wk
Laren	Inname van Weesperkarspel staken. Tijdelijk alleen grondwater. Bemonstering ~1 / wk	Inname van Weesperkarspel staken. Tijdelijk alleen grondwater. Bemonstering ~ 1 / wk
Hoofddorp	Water via Wijk aan Zee en Leiduin. Ter controle van luchtfilters monsternamen 1 / d	Water via Wijk aan Zee en Leiduin. Aparte bemonstering en meting niet nodig.
Totaal (maximaal)	9-10 per dag	~11 per dag

## 3.5 Waternet

### 3.5.1 Monsternamen

Bij een besmetting die via de Rijn de ruwwaterinname kan bedreigen, worden er monsters genomen bij Nieuwegein (ruw en voorgezuiverd water, eenmaal per dag). Bij een besmetting via een radioactieve wolk wordt het water na infiltratie bij Leiduin en Loenderveen 1-2 maal per dag bemonsterd. Het reinwater wordt bij beide besmettingspaden éénmaal per dag bemonsterd en geanalyseerd.

### 3.5.2 Meetstrategie

Bij een oppervlaktewaterbesmetting wordt de inname tijdelijk gestaakt. Indien er toch besmet water is ingenomen wordt tevens het drinkwater geanalyseerd. De monsters worden geanalyseerd door Het Waterlaboratorium op  $^3\text{H}$  en totaal- $\beta$ ; de totaal- $\alpha$ -bepalingen worden uitgevoerd door RWS RIZA.

## 3.6 WB-Groningen

### 3.6.1 Monsternamen

In beide scenario's worden dagelijks monsters genomen van het voorraadbekken, het ruwwater en het reinwater. Tevens enkele monsterpunten van drinkwater in het voorzieningsgebied. Het aantal monsters en de frequentie hangen af van de aard van het incident, en zullen in overleg met de VROM-Inspectie vastgesteld worden.



Op basis van de huidige informatie is het aantal monsters dat per dag wordt geanalyseerd geschat op minimaal 3.

### **3.6.2 Meetstrategie**

In reguliere situaties en bij een nucleair incident worden bepalingen op radioactiviteit uitgevoerd door RWS RIZA en Aqualab WB-Groningen organiseert de monsternamen en het transport naar de genoemde laboratoria.

Het aantal te analyseren monsters wordt bij aanvang van het incident sterk opgevoerd, om daarna in overleg terug te brengen.

## **3.7 WML**

### **3.7.1 Monsternamen bij een besmetting van oppervlaktewater**

Bij een besmetting van rivierwater wordt de inname via de Maas en het Lateraal kanaal gestaakt (waterproductie bedrijf Heel), evenals de inname uit de Maasputten bij pompstation Roosteren, en de inname van besmet Roerwater dat de reservoirs van Roetgen benadert [10]. De monsternamen richten zich op het dagelijks bemonsteren van ruw- en reinwater, al dan niet op diverse plekken bij Heel, Roosteren en Roetgen. Het doel is om snel tot een duidelijk beeld van de uitgangssituatie te komen om vervolgens het verloop van de radioactiviteit te kunnen volgen. Bij aanvang van een nucleair incident wordt op een aantal punten een dagelijkse bemonstering uitgevoerd om vervolgens de frequentie op basis van voortschrijdend inzicht te kunnen verlagen.

### **3.7.2 Monsternamen bij een radioactieve wolk**

Indien de mogelijkheid bestaat dat radioactief besmette lucht nadert, wordt de geforceerde inname van omgevingslucht gestaakt bij Heel en Roosteren. Bij het naderen van de wolk wordt op een aantal punten een dagelijkse bemonstering uitgevoerd om vervolgens de frequentie op basis van voortschrijdend inzicht te kunnen verlagen.

### **3.7.3 Meetstrategie**

De situatie bij besmet oppervlaktewater verschilt in principe niet van de situatie bij de nadering van een besmette wolk. Eerst wordt op ongeveer vijf plaatsen ruw- en reinwater dagelijks bemonsterd, om vervolgens de frequentie te verlagen. De monsters worden door het Waterlaboratorium Zuid geanalyseerd; voor de bepaling van  $^3\text{H}$  wordt desgewenst Aqualab ingeschakeld.

## **3.8 Grondwater pompstations**

De verwachting is dat tijdens een nucleaire calamiteit, waarbij besmetting van ruwwater op kan treden, er bij de pompstations uit voorzorg meer monsters genomen zullen worden. Deze monsters worden dan ook aan de waterlaboratoria aangeboden. De totale monsterstroom zal daardoor groter zijn dan op basis van de eigen monsternamenfrequentie kan worden geschat.

Grondwatermonsters genomen bij pompstations worden doorgaans met meer omgevingslucht belucht dan oppervlaktewatermonsters. Ten tijde van het overtrekken van een radioactieve wolk zal duidelijk gecommuniceerd moeten worden dat het beluchten een aantal dagen geminimaliseerd moet worden.

### 3.9 Evaluatie van uitvoerbaarheid van de meetstrategie

Bij een evaluatie van de uitvoerbaarheid van de meetstrategie in geval van een nucleaire calamiteit zijn er in feite twee vragen die we kunnen stellen :

1. Is de huidige meetcapaciteit in de drinkwaterlaboratoria toereikend voor een calamiteit ?
2. Zo nee, hoe zou de meetcapaciteit aangepast of aangevuld moeten worden ?

In de onderstaande paragrafen worden deze twee vragen beantwoord.

#### 3.9.1 Inventarisatie van aanwezige laboratoriumcapaciteit

In het voorjaar van 2005 heeft de Contactgroep Chemische Analyses (CCA) een inventarisatie uitgevoerd naar de capaciteit die een drinkwaterlaboratorium jaarlijks nodig heeft voor radioactiviteitsbepalingen onder reguliere omstandigheden.

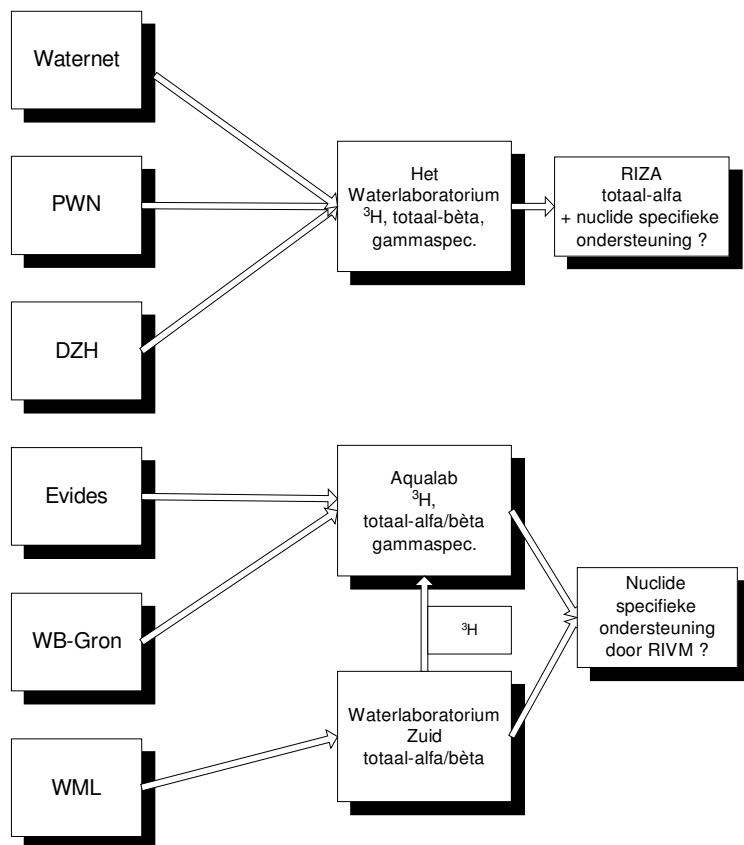
Tevens is een schatting gemaakt van de maximale capaciteit die mogelijk is onder omstandigheden tijdens een nucleair ongeval. Het betreft een schatting van de som van monsterbehandeling + analyse + meettijd. In de Bijlage is het resultaat van die inventarisatie weergegeven.

#### *Monsterlogistiek*

In Figuur 3.2 staat een overzicht van de monsterstroom van de diverse bedrijven naar de laboratoria. Het laboratorium van Vitens is hierin niet opgenomen, omdat Vitens hoofdzakelijk grondwater gebruikt voor de productie van drinkwater.

#### *Informatie ontvangen augustus 2007*

Het laboratorium van Vitens (Leeuwarden) heeft in 2007 apparatuur en capaciteit beschikbaar voor het meten van radioactiviteit. De bepaling van totaal- $\beta$  is medio 2007 operationeel; de bepaling van totaal- $\alpha$  zal naar verwachting in 2008 operationeel worden.



Figuur 3.2 Overzicht van drinkwaterbedrijven en laboratoria

### 3.9.2 Laboratoriumcapaciteit bij een nucleair ongeval

In de eerste plaats valt op dat er slechts drie laboratoria zijn die ten tijde van een ongeval alle monsters moeten analyseren. Dit geringe aantal laboratoria zou bij een grootschalig nucleair ongeval een knelpunt kunnen vormen. Het betreft namelijk niet alleen *het aantal* monsters, maar ook :

- de monsternamen in besmet gebied;
- het vervoer naar de laboratoria;
- de analisten die de monsters in behandeling nemen;
- de benodigde zuurkastruimte;
- een groot aantal mogelijk besmette monsters;
- de meettijd op de apparatuur.

Het zal lastig zijn om in een kort tijdbestek de hele keten van monsternamen tot gevalideerd getal optimaal georganiseerd te hebben.

In Tabel 3.2 wordt een schatting gemaakt van de capaciteit die noodzakelijk is om de monsters te analyseren in de eerste fase tijdens een nucleair ongeval. Deze schatting is gebaseerd op de informatie die door de waterbedrijven in de paragrafen 3.2 tot en met 3.8 aangeleverd is. In de tabel blijkt dat, afhankelijk van de schaal van het ongeval en de daarmee aangeboden monsters, er een flink beroep wordt gedaan op de verwerkingscapaciteit van Het Waterlaboratorium, Aqualab en Waterlaboratorium-Zuid.

*Tabel 3.2 Schatting van benodigde analyses per dag en aanwezige capaciteit bij drinkwaterlaboratoria volgens meetstrategie (tussen haakjes het waterleidingbedrijf)*

Laboratorium	<sup>3</sup> H	Totaal-alfa	Totaal-bèta	Totaal
Het Waterlaboratorium	10-20	naar RWS RIZA	10-20	20-40
Aqualab	17 (WLZ) 24 (Evides) 3 (WB-Groningen)	24 (Evides) 3 (WB-Groningen)	24 (Evides) 3 (WB-Groningen)	44 ( <sup>3</sup> H) 27 ( $\alpha+\beta$ )
Waterlaboratorium Zuid	naar Aqualab	17	17	17 ( $\alpha+\beta$ )
RWS RIZA		10-20 (HWL)		10-20
Nodig in NL	54-64	54-64	54-64	
Aanwezig in NL	75	96	126	

### 3.9.3 Vergelijking benodigde / aanwezige laboratoriumcapaciteit

Vergelijken we de geschatte benodigde analyses per dag in Tabel 3.2 met de maximaal aanwezige capaciteit (zie Bijlage) dan kunnen we concluderen dat :

- de capaciteit in Nederland voldoende lijkt te zijn;
- het Waterlaboratorium afspraken moet maken met RWS RIZA voor de totaal-alfa-bepaling. RWS RIZA zal namelijk zelf tijdens een nucleair ongeval een groot aantal monsters te verwerken hebben, en het is onbekend of RWS RIZA voldoende overcapaciteit heeft om de HWL-monsters ook te analyseren. Aan de andere kant is de verwachting dat per 2008 HWL zelf in staat zal zijn om monsters op totaal-alfa te analyseren; de totaal-bèta-bepaling wordt al door HWL uitgevoerd.
- Aqualab voldoende capaciteit heeft voor het analyseren van de voorziene circa 27 monsters per dag op totaal-alfa- en totaal-bèta-activiteit, onder de aanname dat de maximum capaciteit goed is ingeschat;
- Waterlaboratorium Zuid voldoende capaciteit lijkt te hebben voor het analyseren van circa 17 monsters per dag op totaal-alfa- en totaal-bèta-activiteit.

#### *Enkele kanttekeningen*

In de bovenstaande inventarisatie is uitgegaan van een ‘perfecte’ doorstroom van monsters op het laboratorium. In praktijk kan er echter al snel een herhalingsmeting noodzakelijk zijn bij een twijfelgeval, een controle op een eventuele besmetting of een extra blancometing, gevolgd door een ongewenste opstapeling van monsters. Het is realistischer om het maximaal mogelijke aantal monsters per dag enigszins behoudend in te schatten.

Volgens de Drinkwaterrichtlijn 98/83/EC wordt drinkwater *routinematig* gescreend op totaal-alfa-activiteit (< 0,1 Bq/l), totaal-bèta-activiteit (< 1,0 Bq/l) en tritium activiteit (< 100 Bq/l). In de Meetstrategie Drinkwater wordt een ‘onderzoekswaarde’ van 0,5 Bq/l voor totaal-alfa en 5 Bq/l voor totaal-bèta voorgesteld; zie [1]. Indien deze onderzoekswaarden worden overschreden dient er een nuclidespecifieke analyse uitgevoerd te worden, bij voorkeur met gammaspectrometrie [1]. In het geval van een grootschalig nucleair incident

worden de monsters die de grenswaarden overschrijden naar Aqualab en HWL gebracht. Vermoedelijk kunnen Aqualab en HWL in een dergelijke situatie het aanbod van monsters voor een gammaspectrometrische analyse niet verwerken; Aqualab zal dan meettechnische ondersteuning nodig hebben, bijvoorbeeld van RWS RIZA of RIVM. Het lijkt wenselijk om dit in een formele afspraak vast te leggen.

### 3.9.4 Mogelijke knelpunten tijdens een nucleair ongeval

In de keten van bemonstering tot gevalideerd getal kunnen zich op meerdere plaatsen knelpunten bevinden. Zie de onderstaande lijst.

- *Monstername*  
Er zal hoogstwaarschijnlijk enige weerstand zijn bij de monsternemers om zich in besmet gebied te begeven voor het nemen van ruwwatermonsters. Een goede en tijdige voorlichting zal noodzakelijk zijn. Zie hoofdstuk 7.
- *Logistiek*  
Het dagelijkse vervoer van de monsternameplaats naar de laboratoria kan bij grotere afstanden voor vertraging zorgen, bijvoorbeeld vanuit Noord-Nederland of Limburg naar Aqualab. Dit probleem is mogelijk oplosbaar door het inzetten van politiebegeleiding.
- *Capabele analisten*  
Er worden routinematig weinig radioactiviteitsmetingen uitgevoerd met een beperkt aantal analisten. Vandaar dat het snel inwerken van extra analisten en het onder begeleiding uitvoeren van monsterbehandeling en de analyse prioriteit heeft. Dit kan mogelijk enkele dagen een knelpunt vormen.
- *Meetcapaciteit*  
Uit Figuur 3.2 en Tabel 3.2 blijkt dat er een groot (dagelijks) monsteraanbod is bij de drie laboratoria. Dat zal in combinatie met het vorige punt met name in de opstartfase een probleem kunnen vormen.  
Bij overschrijding van de grenswaarden is een nuclidespecifiek onderzoek gewenst, zoals gammaspectrometrie of een specifieke  $^{90}\text{Sr}$  of  $^{238}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$  bepalingen. Het is noodzakelijk om voor dergelijke gevallen met RWS RIZA en RIVM over meetondersteuning heldere afspraken te maken.
- *Het bepalen van  $^3\text{H}$*   
In de eerste dagen na een nucleair ongeval heeft de bepaling van  $^3\text{H}$  uit radiologisch oogpunt een lagere prioriteit, tenzij er een opzettelijke lozing met een  $^3\text{H}$ -bron uitgevoerd is. Men zal de beschikbare menskracht op het laboratorium bij voorkeur voor de overige bepalingen nodig hebben. Het is later altijd mogelijk om de  $^3\text{H}$ -bepalingen uit te voeren met als doel de dosis voor de bevolking nauwkeuriger te bepalen.
- *Dataverwerking*  
De dataverwerking op het laboratorium dient hetzelfde te verlopen als onder reguliere omstandigheden; in de meeste gevallen wordt een Laboratorium Informatie Management Systeem (LIMS) gebruikt dat op afstand door de opdrachtgevende drinkwaterbedrijven ingezien kan worden. Alleen het vrijgeven van de data zal onder druk van de omstandigheden versneld moeten worden.

## **4. Resterende besmettingen in zuiveringsmaterialen na een nucleaire calamiteit**

### **4.1 Algemeen**

De mogelijkheid van restbesmettingen, dat wil zeggen een besmetting in alle flocculatie-, sedimentatie- en filtratiematerialen, is tot op heden min of meer verwaarloosd met de aanname dat er tijdens een nucleair ongeval ruim tijd zou zijn om dat probleem aan te pakken. Naar aanleiding van dit DRIMKO-project is op een rijtje gezet welke restbesmettingen het gevolg zouden kunnen zijn na het passeren van een radioactieve wolk. Dergelijke restbesmettingen zijn uiteraard bedrijfsspecifiek en mede afhankelijk van de chemische aard van de radionucliden.

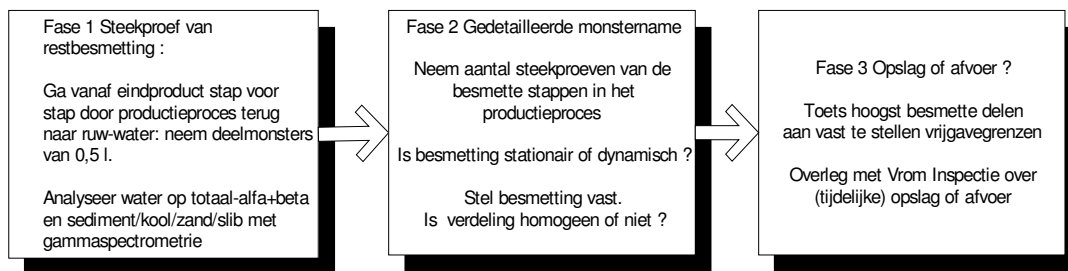
### **4.2 Hoe wordt de restbesmetting bepaald?**

Na afloop van het overtrekken van een radioactieve wolk dient er een monsternamplanning van de zuiveringsmaterialen gemaakt te worden. Bij het op de juiste wijze nemen en analyseren van mogelijk radioactief besmette monsters zal het betreffende bedrijf de hulp in moeten roepen van ervaren laboratoria, zoals RWS RI-ZA of RIVM. Deze laboratoria kunnen in diverse soorten monsternatrices de activiteitsconcentratie bepalen en hebben ook de mogelijkheid om nuclidespecifiek zuivere alfa- of bètastralers te bepalen.

Het ontsmetten en afvoeren van besmette zuiveringsmaterialen is bij vrijwel alle bedrijven nog niet in procedures vastgelegd. Enerzijds omdat een dergelijke situatie zich sinds 1986 niet meer heeft voorgedaan en de kans niet groot is. Anderzijds omdat er veel verschillende soorten ongevallen zijn zodat een procedurele voorbereiding lastig is.

In de nasleep van een nucleaire calamiteit is er eerst een fase waarin door middel van steekproefsgewijze bemonstering het algehele niveau van de restbesmettingen moet worden vastgesteld. Dit zal gevolgd worden door fase 2 met meer gedetailleerde bemonstering en analyse. Vervolgens fase 3 waarin het drinkwaterbedrijf samen met de VROM-Inspectie moet afwegen welke delen van de restbesmettingen wel en welke niet afgevoerd hoeven te worden. Zie Figuur 4.1.

In Nederland is nog niet of nauwelijks nagedacht over het optreden van restbesmettingen, welke vrijgavegrenzen gehanteerd mogen worden en wat er met de restbesmettingen zou kunnen gebeuren. In EU-verband is in 2006/2007 in het Euranos-project op een aantal gebieden gedetailleerd aangegeven welke managementopties er zijn in de nasleep van een grootschalig nucleair ongeval [8]. Het lijkt bijzonder nuttig om de aanbevelingen in het Euranos-handboek, part VI Drinking Water, te bestuderen op de toepasbaarheid in Nederland [8].



Figuur 4.1 Diverse stadia bij bepaling van restbesmetting

### 4.3 Restbesmettingen en regelgeving

Afhankelijk van de chemische aard van de besmetting kunnen de sedimentatie-, flocculatie- en coagulatieresiduen, zandfilters of actieve koolfilters, slib in spaarbekkens, kalkslib en bezinkslib, en concentraatstroom van hyperfiltratie mogelijk radioactief besmet zijn. Tijdens het ongeval in Tsjernobyl zijn voornamelijk de vluchtige jodium- en cesiumisotopen op Nederland terechtgekomen. Deze nucliden zijn goed oplosbaar en zijn met de gangbare zuiveringstechnieken slecht verwijderbaar, met uitzondering van hyperfiltratie. Het is dus op voorhand niet goed te zeggen wat er met een restbesmetting moet gebeuren. Het hangt nauw samen met de nuclidsamenstelling van de besmetting, en dus met de afstand van het ongeval tot Nederland en met het al dan niet uitregenen boven spaarbekkens.

Volgens Bijlage III het Waterleidingsbesluit [7] dienen de totaal-alfa- en totaal- $\beta$ -activiteitsconcentraties in het drinkwater ieder geval niet hoger te zijn dan 0,1 en respectievelijk  $1,0 \text{ Bq.l}^{-1}$ . Indien de besmetting niet in het drinkwater is aan te tonen, is er in feite geen reden om de voorafgaande zuiveringstappen direct van (lage concentraties van) radioactieve besmettingen te ontdoen. Het kan echter voorkomen dat de zuiveringsmaterialen, zoals sediment, zand en kool, besmet zijn terwijl het geproduceerde water niet besmet is. Dit is een ongewenste situatie, omdat er in de toekomst doorbraak van radioactiviteit plaats kan vinden.

Als voorbeeld voor mogelijke vrijgavegrenzen van besmette zuiveringsmaterialen, worden hieronder in Tabel 4.1 voor een aantal nucliden de vrijgavegrenzen gegeven uit het Besluit Stralingsbescherming [11]. Het besluit stelt dat onder reguliere omstandigheden, indien zowel de activiteitsconcentratie ( $\text{Bq.g}^{-1}$ ) als de totale activiteit (Bq) van één van de nucliden boven de vrijstellingswaarde uitkomt, er een vergunningplicht is.

Er kan echter niet worden uitgesloten dat de drinkwaterzuivering bij het strikt handhaven van de grenzen in Tabel 4.1 zodanig vertraagd wordt dat de drinkwaterproductie ernstig belemmerd wordt.

Tabel 4.1 Ter illustratie: vrijstellingsgrenzen voor een aantal nucliden [11]

Nuclide	Activiteitsconcentratie Bq.g <sup>-1</sup>	Activiteit Bq
<sup>3</sup> H	1.10 <sup>6</sup>	1.10 <sup>9</sup>
<sup>14</sup> C (als CO <sub>2</sub> )	1.10 <sup>7</sup>	1.10 <sup>11</sup>
<sup>60</sup> Co	1	1.10 <sup>5</sup>
<sup>90</sup> Sr	1.10 <sup>2</sup>	1.10 <sup>4</sup>
<sup>131</sup> I	1.10 <sup>2</sup>	1.10 <sup>6</sup>
<sup>137</sup> Cs	1.10 <sup>1</sup>	1.10 <sup>4</sup>
<sup>238</sup> U	1.10 <sup>1</sup>	1.10 <sup>4</sup>
<sup>239</sup> Pu	1.10 <sup>1</sup>	1.10 <sup>4</sup>
<sup>241</sup> Am	1.10 <sup>1</sup>	1.10 <sup>4</sup>

Een ongeval en de gevolgen daarvan zijn een bijzondere omstandigheid, waarbij beslissingen over bijvoorbeeld afvoer van besmette restmaterialen genomen zullen worden na bestuurlijke afwegingen door het bevoegde gezag.

Het nuclidespecifiek analyseren van de bovengenoemde zuiveringsmaterialen vraagt specialistische expertise, over welke de drinkwaterlaboratoria, waarschijnlijk, matig of niet beschikken. De analyses zullen uitgevoerd moeten worden door bijvoorbeeld RWS RIZA of RIVM. Naar aanleiding van de analyseresultaten zal een plan opgesteld moeten worden of en hoe de besmette restanten behandeld moeten worden.



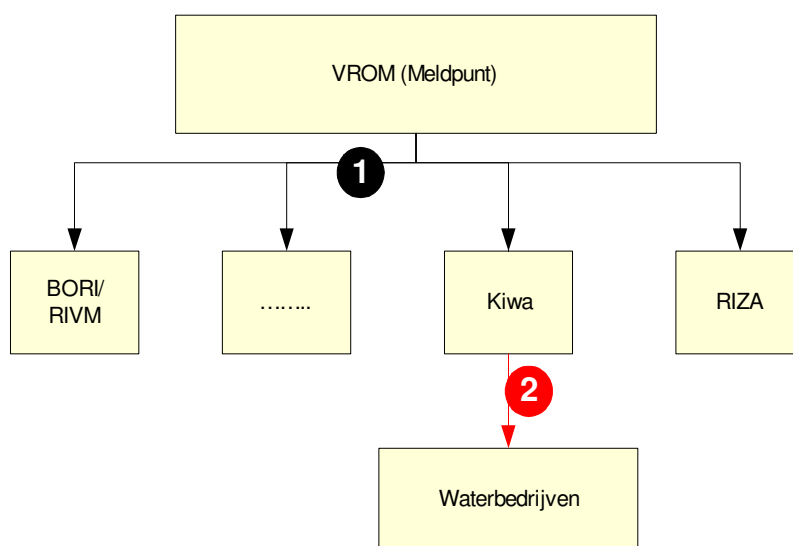


## 5. Notificatie van waterbedrijven bij een kernongeval of radiologisch incident

Met notificeren wordt bedoeld het, door de overheid, in kennis stellen van, in potentie alle, waterbedrijven van een kernongeval of radiologisch incident dat is of dreigt. Indien door bedrijven daadwerkelijk maatregelen genomen zouden moeten worden, volgt op de notificatie het activeren. Dit hoofdstuk beschrijft alleen de initiële notificatie.

Het kader van de notificatie is het Nationale Plan voor de Kernongevallenbestrijding (NPK). Op basis van signalen en informatie omtrent een ongeval of incident kan het ministerie van VROM besluiten een deel of het geheel van de NPK-organisatie in Nederland te notificeren. Vanwege de schaalgrootte van die organisatie vindt notificatie getrapt plaats: indien organisaties een notificatie van VROM ontvangen dienen ze andere partijen in de eigen kolom te notificeren.

Een van de partijen die door VROM wordt genotificeerd is het Back Office voor Radiologische Informatie (BORI) [12] en de aan dit Back Office verbonden Steuncentra. Volgens het NPK is het ministerie van VROM Steuncentrum voor het expertiseveld drinkwater. Om dit op een adequate wijze in te vullen heeft VROM Kiwa gemandateerd te fungeren als Steuncentrum voor het BORI. In lijn hiermee is afgesproken dat Kiwa, na notificatie door VROM, de waterbedrijven notificeert door middel van de 'watertelefoon'. Een en ander is in Figuur 5.1 schematisch weergegeven.



1. VROM (meldpunt) notificeert BORI, aan BORI gelieerde Steuncentra, waaronder KIWA.
2. Kiwa notificeert waterbedrijven.

*Figuur 5.1 Notificatie, door VROM, van het BORI, de aan het BORI gelieerde Steuncentra en de waterbedrijven, bij een kernongeval of radiologisch incident.*



## 6. Uitwisselen van gegevens tijdens repressie en nazorgfase

### 6.1 Organisatie

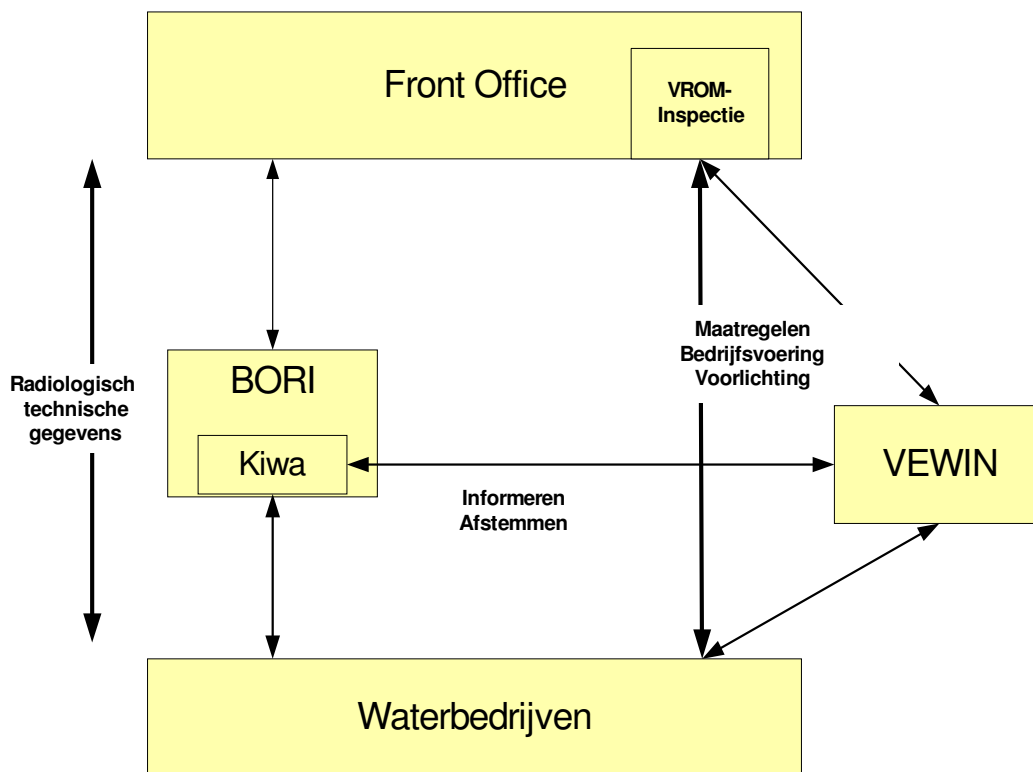
De Eenheid Planning en Advies nucleair (EPAn) dient het nationale of regionale bevoegde gezag te adviseren over de gevolgen van een kernongeval of radiologisch incident en de te overwegen maatregelen. De EPAn bestaat uit een Front Office (ministerie van VROM) en twee Back Offices; voor radiologische en voor geneeskundige informatie. Op basis van informatie van de Back Offices stelt het Front Office een integraal advies op waarin ook informatie van andere adviseurs of liaisons meegenomen en meegewogen kan worden [12].

Het Back Office voor Radiologische Informatie (BORI) dient een integrale beoordeling te doen van de actuele en toekomstige radiologische situatie. Aan het Back Office zijn Steuncentra verbonden met verschillende expertise; Kernfysische Dienst van VROM, ministerie van defensie/CEMG, KNMI, RIVM/LSO, RWS RIZA, RIKILT en VWA. De Steuncentra hebben de taak tijdig gegevens aan te leveren aan het BORI. Daarnaast kunnen Steuncentra specifieke opdrachten uitvoeren voortkomend uit vragen van het BORI. VROM is het Steuncentrum voor drinkwater. VROM heeft Kiwa voor deze taak gemandateerd. Ieder Steuncentrum wordt in het BORI vertegenwoordigd door een eigen BORI-lid. De taken van deze BORI-leden zijn:

- het bewaken van de aanlevering van de gegevens/standaardinformatie door het eigen Steuncentrum;
- het vertalen van vragen uit het BORI-overleg naar opdrachten voor het eigen Steuncentrum;
- het, vanuit de eigen discipline, meewerken aan de integratie van gegevens tot informatie voor het Front Office (in die rol mede opstellen van een deel van het situatierapport).

Specifiek voor drinkwater betekent dit dat KIWA Water Research (als BORI-lid) de verbindende schakel vormt tussen BORI en de waterbedrijven of de waterlaboratoria waar metingen aan (drink)watermonsters worden uitgevoerd. Dit is een tweerichtingsverkeer, zodat het BORI-lid ook de voor waterbedrijven relevante informatie kan doorgeven met consequenties voor bijvoorbeeld het meetprogramma van de bedrijven. Het BORI-lid moet in staat zijn, op basis van de data, een totaalbeeld te schetsen van de eventuele besmetting van het ruw- en reinwater en dit verwerken in het situatierapport. Het BORI-lid moet ook in staat zijn de implicaties van eventuele besmettingen te onderkennen en zich een beeld kunnen vormen welke maatregelen waterbedrijven dan (kunnen) nemen.

De organisatiestructuur is in Figuur 6.1 schematisch weergegeven.



Figuur 6.1 Organisatiestructuur van drinkwatergegevens ten tijde van nucleair ongeval

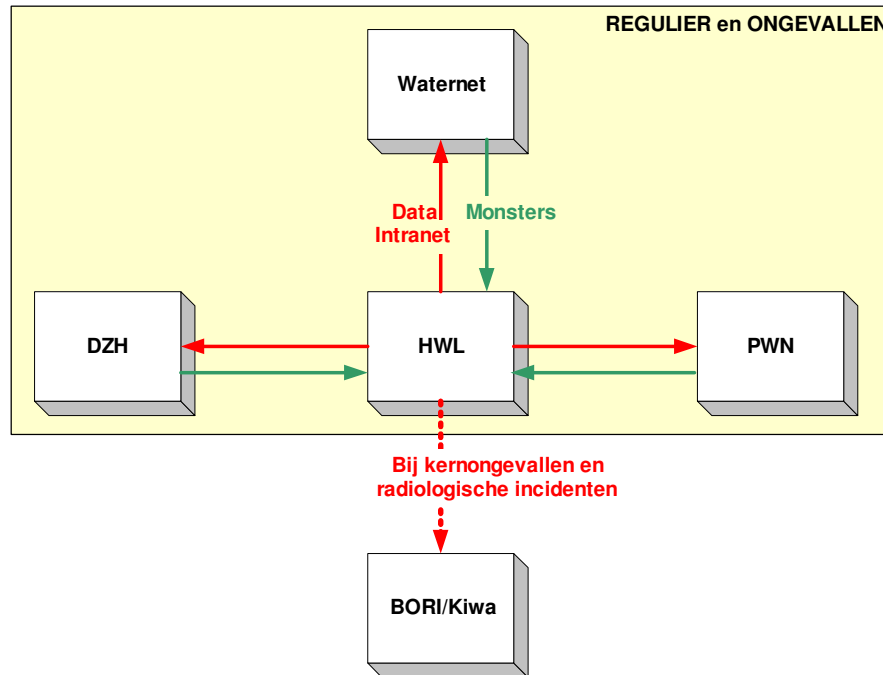
De lijn waterbedrijven-BORI/Kiwa-Front Office en vice versa, betreft het uitwisselen van technische en radiologische gegevens. Het gaat nadrukkelijk niet om maatregelen en bedrijfsvoering, continuïteit, drinkwaterkwaliteit, leveringszekerheid en voorlichting. Deze aspecten worden rechtstreeks tussen bedrijven, de VROM-Inspectie en VEWIN gecommuniceerd. Om de informatie in beide lijnen op hetzelfde niveau te houden vindt afstemming plaats tussen VEWIN en Kiwa.

## 6.2 Data en informatieuitwisseling

Bij rampen en incidenten is een snelle, efficiënte en betrouwbare uitwisseling van data en informatie belangrijk. De ervaring leert dat het aanbeveling verdient hierbij gebruik te maken van systemen en applicaties die ook regulier worden toegepast.

De waterbedrijven hebben afspraken met een analyselaboratorium voor het analyseren van watermonsters. De resultaten worden gecommuniceerd via een intranetverbinding. De structuur is hieronder met een voorbeeld schematisch weergegeven. Voor de uitwisseling van gegevens met BORI/Kiwa zou hierbij aangesloten kunnen worden. Het BORI/Kiwa ontvangt dan op eenzelfde manier de resultaten van analyses als de bedrijven, in hetzelfde formaat. Er moeten afspraken gemaakt worden tussen de drinkwaterlaboratoria en RIVM over:

- een akkoord van waterbedrijven en laboratoria voor deze structuur tijdens rampen en incidenten; dit akkoord moet ook een automatische en aan het laboratorium gemandateerde vrijgave regelen. Tevens moeten afspraken gemaakt worden over het gebruik van de data,
- op welk moment deze datalijn naar het BORI/Kiwa wordt opengesteld. Een mogelijkheid is na notificatie van de NPK-organisatie door VROM,
- de technische inrichting van de data-uitwisseling,
- de dataformaten, monstergegevens en monstercodering,
- contactpersonen bij BORI en de drinkwaterbedrijven en -laboratoria,
- een test - en oefenplan.



*Figuur 6.2 Structuur van monster- en informatiestromen.*



## 7. Stralingshygiënische aspecten monsternemers

Het nemen van een watermonster voor stralingsmetingen is doorgaans geen risicovolle bezigheid voor de monsternemer. In de onderstaande paragrafen wordt uiteengezet hoe het kleine risico nog beter beheerst kan worden door enkele eenvoudige maatregelen te nemen.

### 7.1 Zijn er risico's bij monstername?

Bij het nemen van watermonsters ten tijde van (of vlak na) een nucleair ongeval zijn de radiologische risico's over het algemeen zeer gering. Zelfs ten tijde van het overtrekken van de Tsjernobyl-wolk was het risico voor de monsternemers vrijwel verwaarloosbaar; de radioactieve besmetting wordt immers verspreid over een zeer groot gebied.

We kunnen hier dan ook niet genoeg benadrukken dat de risico's bij monstername *uiterst gering* zijn, en dat monstername een noodzakelijke handeling is omdat de drinkwaterbedrijven informatie nodig hebben om eventueel de zuivering aan te passen.

In de onderstaande paragrafen wordt getracht duidelijk te maken waar een monsternemer aan moet denken voorafgaand aan de bemonstering.

### 7.2 Mogelijke besmettingsroutes

Indien een radioactieve wolk over een gebied trekt kan zowel de lucht als het oppervlaktewater als ook de bodem tegelijk (licht) radioactief besmet zijn. Het nemen van een watermonster is in zo'n geval een handeling die een juiste voorbereiding vereist. Een monsternemer kan door een goede voorbereiding en bescherming een eventuele blootstelling tot een vrijwel verwaarloosbaar minimum reduceren. Om te beginnen dient men zich te realiseren dat er diverse manieren zijn om een besmetting op te lopen, en in veel gevallen ook manieren om een besmetting te voorkomen:

- 1 Dosis door ingestie – hiermee wordt het binnenkrijgen van water bedoeld. Dit is geen aannemelijk pad bij een normaal uitgevoerde bemonstering. ⇒ Men dient zorg te dragen voor (wegwerp-)handschoenen en men dient de handen na afloop van de bemonstering grondig te wassen met schoon water.
- 2 Dosis door inhalatie – het inademen van radionucliden is potentieel gevaarlijk en zoveel mogelijk vermeden te worden.  
⇒ Het toepassen van adembescherming door de monsternemers is dan ook een relatief eenvoudige bescherming die in dergelijke gevallen altijd moet worden toegepast.



- 3 Dosis door huidbesmetting – verreweg de meeste radionucliden zullen bij een grondige wasbeurt van de huid afgespoeld kunnen worden. Alleen  $^3\text{H}$  en, in iets mindere mate,  $^{131}\text{I}$  is in staat om in enige mate door de huid heen te dringen.  
⇒ Het gebruiken van wegwerphandschoenen is in de meeste gevallen voldoende.
- 4 Dosis door externe straling – dit wil zeggen dat de monsternemer bestraald kan worden door (vaak) gammastralers op de grond en in de lucht. In feite is de persoon dan niet besmet, maar heeft gedurende korte tijd blootgestaan aan een éénmalige dosis.  
⇒ De dosis kan beperkt worden door de verblijftijd in het besmette gebied zo kort als redelijkerwijs mogelijk is te houden.

In de onderstaande tekstbox is een rekenvoorbeeld gegeven van de dosis die opgelopen zou kunnen worden door een ‘radioactief besmet’ watermonster.

*Rekenvoorbeeld externe straling afkomstig van een watermonster*

Tijdens het ongeval in Tsjernobyl is er ongeveer  $1\text{--}3\text{ kBq/m}^2$  op de Nederlandse bodem terechtgekomen. Laten we aannemen dat er  $5\text{ kBq/m}^2$  op een oppervlaktewaterbekken terecht komt en dat de besmetting niet dieper komt dan 10 cm. In dit ongunstige geval is de activiteitsconcentratie in een watermonster, genomen uit de bovenste 10 cm, 50 Bq/l. Met de dosis-conversiefactor van Co-60 ( $0,36\text{ }\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  per MBq op 1 m afstand) kunnen we berekenen dat dit watermonster op 10 cm afstand een dosistempo van 2 nanoSv/h oplevert. Dit is zeer gering ten opzichte van het natuurlijke achtergrondniveau van 80 nanoSv/h dat iedere Nederlander ontvangt.

In het algemeen mag gesteld worden dat een 1 liter monster met licht radioactief besmet oppervlaktewater op 10 cm afstand geen dosisbijdrage van belang oplevert.

Voor de medewerkers van een drinkwaterzuiveringsbedrijf zou de mogelijke dosis echter wel een rol kunnen gaan spelen omdat er door de sedimentatie- en flocculatieprocessen een concentratie van de besmetting op kan treden. Het advies is dan om zo kort mogelijk op locatie te verblijven.

## 7.3 Dosislimieten

De ‘International Commission on Radiological Protection’ (ICRP) heeft een aantal aanbevelingen voor toelaatbare blootstelling gedaan [13]. In het specifieke geval worden monsternemers gezien als beroepsmatig blootgestelden, gelijk aan rampenbestrijders, zoals brandweermannen en ambulancediensten.

Voor een jaarlijks toegestane dosislimiet maakt de ICRP onderscheid tussen leden van de bevolking en beroepsmatig blootgestelden, zie Tabel 7.1.

Men dient bij de getallen in Tabel 7.1 te beseffen dat het om uitzonderlijke gevallen gaat met grootschalige lucht- en waterbesmettingen. Men moet dan denken aan een besmetting zoals ten tijde van de ramp in Tsjernobyl, maar dan minimaal een factor 1000 zwaarder. Dat is alleen maar mogelijk bij een ongeval met een kerncentrale op korte afstand.

*Tabel 7.1 Aanbevolen dosislimieten volgens ICRP-60*

Toepassingsgebied	Dosislimiet	
	Beroepsmatige blootstelling	Bevolking
Effectieve dosis	20 mSv/ jaar (gemiddeld over perioden van 5 jaar)	1 mSv/jaar
Bemanning meetploegen	100 mSv	

Daarnaast kent men in Nederland ook nog de dosislimiet voor het uitvoeren van levensreddende handelingen: deze limiet van 750 mSv is met name voor de brandweer van belang.



## 8. Conclusies

De conclusies die getrokken kunnen worden uit de bedrijfsprocessen, de monstername- en meetstrategie en gegevensuitwisseling zijn hieronder geformuleerd:

- 1 Uit een inventarisatie van meetstrategie blijkt dat tijdens en na de lozingsfase van een nucleair ongeval een drietal laboratoria, zijnde Aqualab, Het Waterlaboratorium en Waterlaboratorium Zuid, een groot aantal monsters te verwerken krijgen. De geschatte maximale capaciteit kan net geleverd worden door de drie laboratoria.
- 2 Bij overschrijding van de grenswaarden voor totaal-alfa en totaal-bèta in drinkwater zullen aanvullende nuclidespecifieke bepalingen uitgevoerd moeten worden die boven de capaciteit van HWL, Aqualab en Waterlaboratorium Zuid uitgaan. Deze analyses kunnen uitgevoerd worden door de laboratoria van bijvoorbeeld RWS RIZA en RIVM. Deze ondersteuning zal formeel vastgelegd moeten worden.
- 3 Na de zuivering die de drinkwaterbedrijven in Nederland uitvoeren zijn de cesiumisotopen en de jodiumisotopen de belangrijkste resterende nucliden.
- 4 Productietijden van reinwater zijn in de orde van 12-24 uur na inname van ruwwater waardoor er besmet drinkwater geproduceerd zou kunnen worden indien een besmetting van een ruwwaterreservoir niet tijdig wordt ontdekt.
- 5 Indien een voorraadbekken in zijn geheel door een radioactieve wolk wordt bedreigd en besmet zijn de theoretische verblijftijden, veelal gebaseerd op instroom, volume en uitstroom (oftewel inname voor drinkwaterzuivering), niet meer correct. Er wordt immers direct besmet water uit het bekken ingenomen.
- 6 Het tijdelijk stoppen van de inname van besmet ruwwater uit het meng- of voorraadbekken en het gebruik maken van niet besmet ruwwater, is een belangrijke optie voor het winnen van minimaal enkele dagen voor het nemen van verdere maatregelen. In de tussentijd kan de besmetting in de voorraadbekken vervallen of door sedimentatie afnemen.
- 7 Door het toedienen van poederklei kan de hoeveelheid radioactief cesium in het water verminderd worden. Hiervoor zijn in een kort tijdbestek grote hoeveelheden poederklei noodzakelijk. Het lijkt niet aannemelijk dat ten tijde van een calamiteit binnen enkele dagen deze logistieke problemen op te lossen zijn. Het op zeer korte termijn wijzigen of aanpassen van de drinkwaterzuivering lijkt dan ook geen reële optie.
- 8 Beluchten is een essentiële stap tijdens de zuivering, maar kan ook een bron vormen voor een extra radioactieve besmetting. Beluchten dient dan ook gedurende enkele dagen, dat wil zeggen tijdens het overtrekken van de ra-

dioactieve wolk, tot een acceptabel minimum teruggebracht te worden.

- 9 In de periode dat HWL de bepaling van totaal-alfa nog niet in eigen beheer kan uitvoeren zal HWL met RIZA afspraken moeten maken over de bepaling van totaal-alfa in het geval van een nucleaire calamiteit.
- 10 Het RIVM wil in geval van een nucleaire ramp de meetgegevens van de drinkwaterlaboratoria zo snel mogelijk in het Back Office Radiologische Informatie ontvangen om het beeld van radiologische metingen in Nederland te completeren. De vrijgegeven data die van de laboratoria naar de drinkwaterbedrijven (de opdrachtgevers) opgestuurd worden zouden in dezelfde actie naar het RIVM-BORI opgestuurd moeten worden. Tevens dient de dataoverdracht en het transporteren van monsters geoefend te worden.

## Referenties

- <sup>1</sup> Meetstrategie drinkwater bij kernongevallen. HAJM Reinen, C de Hoog, F Wetsteijn, JGMM Smeenk, HAM ketelaars, AD Hulsmann, JM van Steenwijk, AJ Stortenbeek. In opdracht van VROM-Inspectie, Distributienummer 15060/177, april 2003.
- <sup>2</sup> Zie “Feiten en cijfers” betreffende de waterwinning op [www.vewin.nl](http://www.vewin.nl).
- <sup>3</sup> Persoonlijke mededeling van J Kroesbergen (HWL), M Lampe (PWN) en E vd Mark (DZH) in verzameld commentaar op het concept van augustus 2007, e-mail d.d. 19 september 2007 van J Kroesbergen aan P Kwakman.
- <sup>4</sup> Drinkwaterzuivering na een kernongeval. Een literatuurstudie. PJM Kwakman. RIVM/LSO briefrapport 445/04. December 2004.
- <sup>5</sup> De gevolgen van het reactorongeval te Tsjernobyl voor Nederland, HP Leenhouts, JF Stoutjesdijk, HW Köster, FCM Mattern en MJ Frissel, Milieu 1986/4, p. 107-111.
- <sup>6</sup> IAEA TecDoc-1240. Present and future environmental impact of the Tsjernobyl accident. IAEA, Wenen, Augustus 2001.
- <sup>7</sup> Zie [www.overheid.nl](http://www.overheid.nl) en zoek naar Waterleidingbesluit.
- <sup>8</sup> Generic Handbook for assisting in the Management of contaminated areas in Europe following a radiological emergency. Part VI Drinking Water Management. Euranos (CAT1) – TN (07) - 02. Juni 2007.
- <sup>9</sup> Environmental consequences of the Tsjernobyl accident and their remediation : twenty years of experience. Report of the Tsjernobyl Forum Expert Group ‘Environment’. Wenen, IAEA, 2006. (Radiological assessment report series, ISSN 1020 – 6566).
- <sup>10</sup> Meetstrategie en interne communicatie van de WML bij kernongevallen, L. Keltjens, Waterlaboratorium Zuid (2007).
- <sup>11</sup> Besluit Stralingsbescherming, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, Besluit van 16 juli 2001, jaargang 2001.
- <sup>12</sup> De Revitalisatie van het Nationale Plan Kernongevallenbestrijding. Eindrapportage project RNPk, Kernongevallenbestrijding in het kader van crisisbeheersing en rampenbestrijding, 8 maart 2002.
- <sup>13</sup> ICRP-60 (1991) 1990 Recommendations of the ICRP, International Commission on Radiological Protection, Annals of the ICRP, 21 No. 103. Pergamon Press. ISSN 0146-6543

## Bijlage

### Inventarisatie meetcapaciteit radioactiviteitsmetingen

Uitgevoerd door de werkgroep radioactiviteit van de CCA (Contactgroep Chemische Analyse), voorzitter W. Gademan (Aqualab, voorjaar 2005).

#### Tritium

Laboratorium	norm	geaccrediteerd en/of 3 <sup>e</sup> lijnscontrole aanwezig	apparatuur	meetcapaciteit onder normale omstandigheden / jaar	meetcapaciteit bij calamiteit / 24 hr	huidige monsteraanbod / jaar	uitbesteding aantal monsters / jaar en naar wie
Het Waterlaboratorium	Eigen methode	ja/ja	Quantulus Low Level	780	27	473	nvt
Vitens B.V.	*	*	*	*	*	100	100 Het Waterlab
Waterlaboratorium Zuid**	*	*	*	*	*	101	117 Aqualab (2006)
Waterleiding laboratorium Noord	*	*	*	*	*	130	130 RU Groningen
Aqualab B. V.	Gelijkwaardig NEN 6420	ja/ja	Quantulus Low Level	10*220=2200	48	187	nvt
<b>Totaal</b>					<b>75</b>		

#### Totaal-alfa activiteit

Laboratorium	norm	geaccrediteerd en/of 3 <sup>e</sup> lijnscontrole aanwezig	apparatuur	meetcapaciteit onder normale omstandigheden / jaar	meetcapaciteit bij calamiteit / 24 hr	huidige monsteraanbod / jaar	uitbesteding aantal monsters / jaar en naar wie
Het Waterlaboratorium	*	*	*	*	*	55	55 RWS RIZA (IMLA)
Vitens B.V.	*	*	*	*	*	100	nog niet uitbesteed
Waterlaboratorium Zuid**	Eigen methode	nee/ja	Berthold LB 770	10*220=220	48	118	nvt
Waterleiding laboratorium Noord	*	*	*	*	*	70	70 RWS RIZA (IMLA)
Aqualab B. V.	Gelijkwaardig NEN 5622	nee/ja	Berthold LB 770	10*220=2200	48	153	nvt
<b>Totaal</b>					<b>96</b>		

\* analyse wordt niet in eigen beheer uitgevoerd

\*\* De gegevens voor Waterlaboratorium Zuid zijn aangeleverd door L. Keltjens d.d. 26-juni-2007 en wijken af van de eerdere CCA inventarisatie.

**Totaal Bèta-activiteit**

Laboratorium	norm	geaccrediteerd en/of 3 <sup>e</sup> lijns- controle aanwezig	apparatuur	meetcapaciteit on- der normale om- standigheden / jaar	meetcapaciteit bij calamiteit / 24 hr	huidige mon- steraanbod / jaar	uitbesteding aantal monsters / jaar en naar wie
Het Waterlaboratorium	Eigen methode	ja/ja	Canberra 2404	624	18	224	nvt
Vitens B.V.	Conform NEN 6421	ja/ja	Berthold LB 5310	2000	12	500	nvt
Waterlaboratorium Zuid**	Eigen methode +	ja/ja	Berthold LB 770	10*220=2200	48	138 (2006)	nvt
Waterleiding laboratorium Noord	*	*	*	*	*	70	70 RWS RIZA (IMLA)
Aqualab B.V.	Gelijkwaardig NEN 6421	ja/ja	Berthold LB 770	10*220=2200	48	82	nvt
Totaal					126		

+ analyse gebaseerd op NEN 6421

**Gamma-activiteit**

Laboratorium	norm	geaccrediteerd en/of 3 <sup>e</sup> lijns- controle aanwezig	apparatuur	meetcapaciteit on- der normale om- standigheden / jaar	meetcapaciteit bij calamiteit / 24 hr	huidige mon- steraanbod / jaar	uitbesteding aantal monsters / jaar en naar wie
Het Waterlaboratorium	Eigen methode	nee /ja	Canberra spectrome- ter	365	16	85	nvt
Vitens B.V.	*	*	*	*	*	100	nog niet uitbesteed
Waterlaboratorium Zuid**	*	*	*	*	*	*	0
Waterleiding laboratorium Noord	*	*	*	*	*	*	0
Aqualab B.V.	Gelijkwaardig ISO 10703	nee /ja	Canberra InSpector	1*220=220	48	13	nvt
Totaal					64		

\* analyse wordt niet in eigen beheer uitgevoerd

\*\* De gegevens voor Waterlaboratorium Zuid zijn aangeleverd door L. Keltjens d.d. 26-juni-2007 en wijken af van de eerdere CCA inventarisatie.





**RIVM**

Rijksinstituut  
voor Volksgezondheid  
en Milieu

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