

Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie

De Laka-bibliotheek

Dit is een pdf van één van de publicaties in de bibliotheek van Stichting Laka, het in Amsterdam gevestigde documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie.

Laka heeft een bibliotheek met ongeveer 8000 boeken (waarvan een gedeelte dus ook als pdf), duizenden kranten- en tijdschriften-artikelen, honderden tijdschriftentitels, posters, video's en ander beeldmateriaal. Laka digitaliseert (oude) tijdschriften en boeken uit de internationale antikernenergie-beweging.

De [catalogus](#) van de Laka-bibliotheek staat op onze site. De collectie bevat een grote verzameling gedigitaliseerde [tijdschriften](#) uit de Nederlandse antikernenergie-beweging en een verzameling [video's](#).

Laka speelt met oa. haar informatie-voorziening een belangrijke rol in de Nederlandse anti-kernenergiebeweging.

The Laka-library

This is a PDF from one of the publications from the library of the Laka Foundation; the Amsterdam-based documentation and research centre on nuclear energy.

The Laka library consists of about 8,000 books (of which a part is available as PDF), thousands of newspaper clippings, hundreds of magazines, posters, video's and other material. Laka digitizes books and magazines from the international movement against nuclear power.

The [catalogue](#) of the Laka-library can be found at our website. The collection also contains a large number of digitized [magazines](#) from the Dutch anti-nuclear power movement and a [video-section](#).

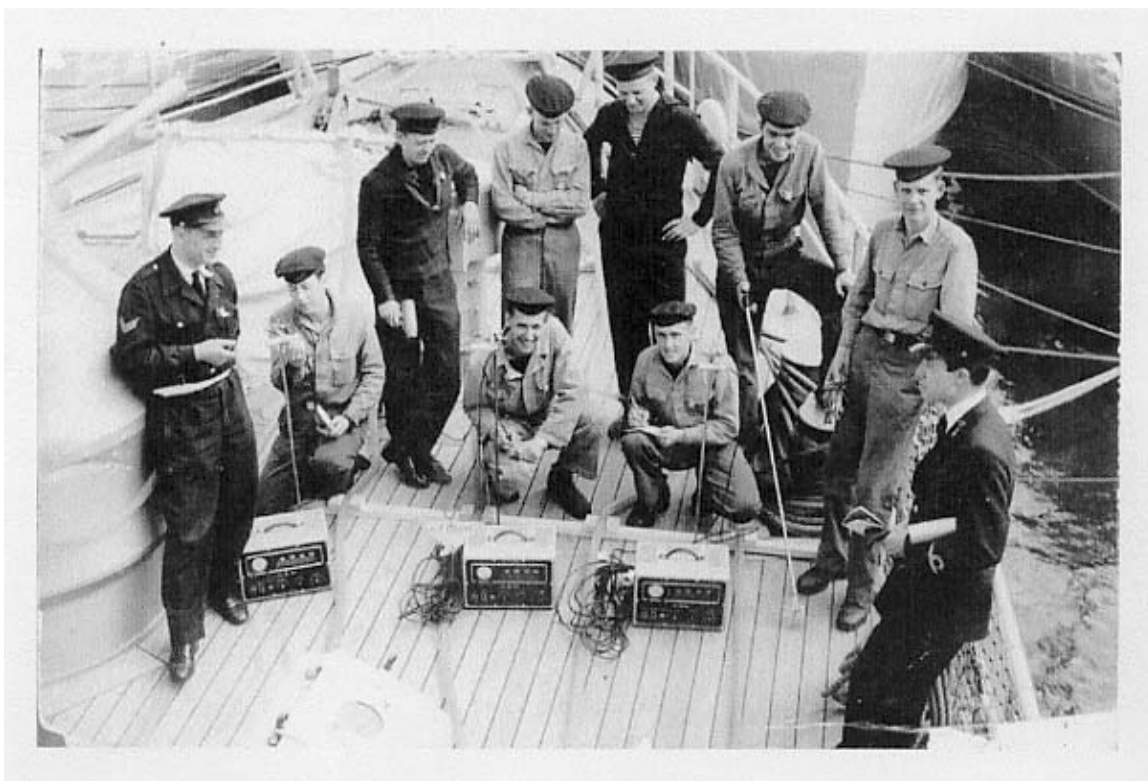
Laka plays with, amongst others things, its information services, an important role in the Dutch anti-nuclear movement.

Appreciate our work? Feel free to make a small [donation](#). Thank you.



www.laka.org | info@laka.org | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294

STRALINGSEXPERIMENTEN KONINKLIJKE MARINE 1960-1966



Geschiedenis, stralingsdosis en normen

**Casusonderzoek “dhr. J.H. Meijer”
In opdracht van *Böhler Franken Koppe De Feijter advocaten***

**Stichting Laka
Robert Jan van den Berg
April 2003
(vrijgegeven nov. 2005)**

Stichting Laka, documentatie en onderzoekscentrum kernenergie
Ketelhuisplein 43
1054 RD Amsterdam
Tel: 020 – 6168294
Fax: 0020 – 6892179
Email: laka@antenna.nl
Web: www.laka.org

Foto voorkant: experiment op de Hr.Ms. “Venlo”. Vooraan staan een drietal stralingsmeters en tussen de gehurkte mannen zijn de slangen te zien waardoor een stralingsbron werd rondgepompt. Dhr. J.H.Meijer staat op deze foto tweede van rechts.

Contactpersoon voor dit onderzoek: Robert Jan van den Berg

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	3
2. EXPERIMENTEN EN STRALING	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Schepen	5
2.3 Stralingsbronnen	8
2.4 Ontvangen stralingsdoses	9
2.5 Scenario's schepen	10
3. STRALINGSNORMEN	15
3.1 Inleiding	15
3.2 Normen Defensie en Marine	15
3.3 Civiel (Nederland)	16
3.4 Europa (Euratom)	17
3.5 Normen tijdens experimenten	17
3.6 Vergelijking normen met berekende scenario's	18
3.7 Conclusies	23
4. DISCUSSIE	25
4.1 Inleiding	25
4.2 Sterkere cobaltbron	25
4.3 De hengelmethode	26
4.4 Registratie ontvangen stralingsdosis	27
4.5 Meewerken meerdere experimenten	28
4.6 Het vorstscenario	28
4.7 Werkomstandigheden en stralingsnivo's bij radiologisch werk	28
4.8 Week- versus kwartaal/jaarnormen	30
4.9 Stralingsnormen anno 2003	31
5. CASUS DHR. MELJER	32
5.1 Inleiding	32
5.2 Schepen	33
5.3 Stralingsdosis	34
5.4 Stralingsnormen	35
5.5 Discussiepunten	36
5.6 Conclusies	38
Bijlage 1: Verzoek Wet Openbaarheid van Bestuur	39
Bijlage 2: Beschikking Wet Openbaarheid van Bestuur	41
Bijlage 3: Financiële compensatie in de VS en Engeland	42

1. INLEIDING

Tussen 1960 en 1966 zijn er op een aantal schepen van de Koninklijke Marine experimenten uitgevoerd met stralingsbronnen. Bij deze testen werden met behulp van radioactieve bronnen de omstandigheden van een nucleaire fallout in een atoomoorlog nagebootst en stralingsmetingen in de diverse ruimtes op een schip verricht. In 1998 verschenen een serie artikelen over deze experimenten in het tijdschrift van een vakbond voor militair personeel. Ook in enkele Nederlandse dagbladen werd aandacht aan de zaak besteed. In de publicaties kwamen ex-marinemedewerkers aan het woord en werd een verband gelegd tussen het gebruik van de stralingsbronnen en een aantal kankergevallen onder betrokkenen.

In augustus 2002 werd de stichting Laka benaderd door dr. L. Zegveld van *Böhler Franken Koppe De Feijter advocaten* met het verzoek een rapport op te stellen over de experimenten van destijds. Mw. Zegveld treedt op als advocaat van mw. Meijer-Timmermans, nabestaande van dhr. J.H. Meijer die als dienstplichtige aanwezig is geweest bij één of meer experimenten op marineschepen. Dhr. Meijer is in 1997 overleden als gevolg van kanker.

De onderzoeksopdracht aan Laka bestond uit de volgende onderdelen:

- het bestuderen van beschikbare documenten en (voor zover mogelijk) reconstrueren van de uitgevoerde experimenten.
- een analyse maken van de stralingsberekeningen die door Defensie zijn beschreven in het rapport *Dosisschattingen Personeel KM* uit november 1999¹. Dit eventueel aangevuld met scenario's die door Laka worden uitgewerkt.
- het beschrijven van de stralingsnormen die in de periode van de experimenten van kracht waren en vergelijken met de destijds ontvangen stralingsdoses.
- het weergeven van zaken die nu, veertig jaar na dato, niet meer (of moeilijk) te reconstrueren zijn en het opstellen van verdere discussiepunten die voor deze zaak relevant zijn.
- een inschatting geven over de hoeveelheid straling die door dhr. Meijer ontvangen kan zijn en beantwoorden van de vraag of voor zijn geval de destijds geldende normen overschreden werden.
- een kort onderzoek verrichten naar financiële compensatieprogramma's voor (zieke of overleden) ex-dienstplichtigen en beroepssoldaten in de VS en Engeland die tijdens hun dienst in aanraking zijn geweest met straling.

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van een aantal documenten die door mw. Zegveld en mw. Meijer aan de stichting Laka beschikbaar werden gesteld. Daarnaast heeft Laka een beroep gedaan op de Wet Openbaarheid van Bestuur en het Ministerie van Defensie verzocht om relevante stukken [zie WOB-verzoek; bijlage 1 en WOB-beschikking; bijlage 2]. Dit heeft geresulteerd in de inzage in een aantal documenten uit de archieven van de Koninklijke Marine en het Centraal Archief Depot (CAD) van het ministerie van Defensie. Er werd tevens gebruik gemaakt van gegevens uit het documentatiecentrum van de stichting Laka.

In hoofdstuk 2 (Experimenten en straling) wordt uitleg gegeven over de experimenten die tussen 1960 en 1966 op de schepen plaats vonden. In de beschikbare documenten worden een aantal schepen genoemd die zijn gebruikt voor de experimenten. Er is in dit hoofdstuk tevens geprobeerd te reconstrueren in welke tijdsperiodes de experimenten hebben plaats gevonden. Ook wordt een analyse gemaakt van de stralingsberekeningen die door Defensie zijn uitgevoerd en wordt beschreven welke aannames Defensie in haar berekeningen heeft gedaan. Voor diverse scenario's van blootstelling wordt weergegeven welke stralingsdosis men daarbij ontvangen kan hebben. De scenario's die door Defensie zijn opgesteld zijn nog uitgebreid met enkele scenario's die door Laka zijn uitgewerkt.

In hoofdstuk 3 (Stralingsnormen) wordt uitleg gegeven over de normenstelsels die tijdens de experimenten in Nederland bestonden. Naast de stralingsnormen die specifiek bij Defensie werden gehanteerd worden ook de normen beschreven die voor de Nederlandse burgers en beroepsbevolking van kracht waren. Daarnaast waren er in Europees verband richtlijnen uitgevaardigd voor het werken met straling. De in hoofdstuk 2 berekende stralingsdoses worden vervolgens vergeleken met de toen geldende normen om de vraag te beantwoorden of er bij de experimenten normen werden overschreden.

In hoofdstuk 4 (Discussie) komen een aantal zaken aan de orde die nu, veertig jaar na dato, niet meer (of moeilijk) te reconstrueren zijn, zoals het gebruik van sterkere stralingsbronnen, de registratie van ontvangen

¹ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999

doses en onbekende scenario's. Daarnaast zal ook verder worden ingegaan op stralingsnivo's en gehanteerde normen.

In hoofdstuk 5 volgt dan de uitwerking naar de zaak van dhr. Meijer. Hoofdstuk 2 t/m 4 behandelen meer algemeen de experimenten, straling en normen. In hoofdstuk 5 komt de vraag aan de orde in hoeverre dhr. Meijer is blootgesteld aan straling en of in zijn geval sprake is van het overschrijden van de normen. Omdat er weinig bekend is over het werk van dhr. Meijer bij de experimenten zal er worden ingegaan op onzekerheden die in zijn zaak een rol spelen.

Bijlage 1 en 2 bevatten het verzoek Wet Openbaarheid van Bestuur van de stichting Laka en de beschikking daarop, zoals die door het ministerie van Defensie is afgegeven.

In bijlage 3 gaan we tenslotte in op financiële compensatieprogramma's die in de Verenigde Staten en Engeland bestaan voor (zieke of overleden) ex-dienstplichtigen en beroepssoldaten die tijdens hun dienst in aanraking zijn geweest met straling. Nederland kent geen dergelijke schaderegeling voor ex-defensie medewerkers omdat ons land ook niet direct betrokken is geweest bij het testen van kernwapens. Voor dhr. Meijer is de vraag gesteld of hij of zijn nabestaanden in de VS of Engeland in aanmerking waren gekomen voor een dergelijke financiële compensatie.

We hebben zoveel mogelijk geprobeerd de informatie in dit rapport begrijpelijk op te schrijven. Toch kunnen we ons voorstellen dat het vanwege het technische karakter van straling geen eenvoudige stof is. Om dit op te vangen hebben we bijvoorbeeld gebruik gemaakt van tabellen om een en ander overzichtelijk weer te geven.

De experimenten zijn ongeveer 40 jaar geleden uitgevoerd. Hoewel een aantal documenten uit die tijd nog beschikbaar waren is ook veel informatie uit die tijd niet meer terug te vinden. Zo werd bijvoorbeeld alleen van een experiment op de Hr.Ms. "Karel Doorman" een verslag gevonden. Van de experimenten op andere schepen waren geen afzonderlijke verslagen terug te vinden. Een volledige reconstructie van alle experimenten (op alle schepen) en de omstandigheden tijdens de experimenten was dan ook moeilijk te maken. Omdat dhr. Meijer reeds is overleden was het niet mogelijk te achterhalen bij welk soort werkzaamheden hij exact aanwezig is geweest. We zijn in dit rapport wel verder ingaan op de diverse onzekerheden. Voor een goede beantwoording van de onderzoeksopdracht was dit noodzakelijk, hoewel we moeten constateren dat het een ingewikkeld dossier is geworden.

Stichting Laka
Robert Jan van den Berg
Maart 2003

2. EXPERIMENTEN EN STRALING

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de experimenten op de schepen werden uitgevoerd. De gegevens over de experimenten zijn afkomstig uit stukken die nog bij Defensie beschikbaar zijn. Na een verzoek in het kader van de Wet Openbaarheid van Bestuur (WOB) was het voor Laka mogelijk die documenten in te zien. Omdat er sinds de experimenten veertig jaar voorbij zijn gegaan zijn ook veel documenten inmiddels vernietigd of niet meer terug te vinden. Uitgaande van het materiaal dat nog wel beschikbaar is kan een reconstructie worden gemaakt van de experimenten. In paragraaf 2.2 wordt ingegaan op de vakbondspublicaties uit 1998 en wordt een overzicht gegeven van de schepen die zijn gebruikt voor de experimenten. Over de stralingsbronnen (paragraaf 2.3) die zijn gebruikt zijn enige gegevens bekend, zoals de activiteit en soort isotoop (radioactieve stof in de bron). De activiteit van de bron en het soort isotoop bepaalt uiteindelijk de stralingsdosis die iemand ontvangt. In een aantal documenten worden activiteit en isotoop genoemd. Van een aantal schepen is echter niet bekend welke bronnen gebruikt zijn. Om toch tot een inschatting te komen over de straling die betrokkenen kunnen hebben ontvangen heeft Defensie daarom een aantal aannames gedaan over de gebruikte bronnen en de wijze waarop men straling kan hebben ontvangen. In paragraaf 2.4 volgt een korte beschrijving van de hoeveelheid straling die een cobalt-60 en een cesium-137 bron afgeven met een activiteit zoals die door Defensie werd aangenomen in haar berekeningen. In paragraaf 2.5 volgt een beschrijving van de blootstellingsscenario's die Defensie heeft bestudeerd. Deze scenario's werden opgesteld naar de verschillende werkzaamheden die bij de experimenten moesten worden verricht, zoals het manipuleren van de bron en het uitvoeren van metingen. Voor een aantal niet beschreven scenario's zijn door Laka extra berekeningen gemaakt. Aan het einde van elke alinea wordt nogmaals tussen haakjes vermeld of het een beschrijving is van Defensie berekeningen of eigen berekeningen. Aan het eind van de paragraaf worden alle berekende waardes samengevat in een tabel. In hoofdstuk 3 zal vervolgens getoetst worden of er bij deze stralingshoeveelheden sprake is van het overschrijden van normen.

Let wel: in dit hoofdstuk wordt in het algemeen ingegaan op de experimenten op de verschillende schepen. De vraag aan welke stralingsdosis dhr. Meijer blootgesteld kan zijn komt in hoofdstuk 5 aan de orde.

2.2 Schepen

In het tijdschrift *Oplinie* (van de militaire vakbond AFMP, Algemene Federatie van Militair Personeel) werd in september 1998 het verhaal gepubliceerd van oud-dienstplichtig matroos van der Blij. Deze dienstplichtige had in de '60-er jaren meegewerkt aan de stralingsexperimenten op schepen van de Koninklijke Marine. De geïnterviewde heeft sinds 1991 de Ziekte van Kahler, een vrij zeldzame vorm van kanker². Ook een collega matroos had inmiddels deze ziekte maar kon zich van de stralingsexperimenten niets herinneren, ondanks de foto die bij het artikel geplaatst was en waarop hij zelf te zien was bij een experiment. Na het bewuste artikel meldde zich inmiddels nog een derde betrokkene. Hoewel hij zelf geen gezondheidsklachten had was zijn dochter, die twee jaar na de test was geboren, al op 22-jarige leeftijd overleden aan beenmergkanker³. Na de twee publicaties in *Oplinie* melden zich bij Defensie meer ex-dienstplichtigen die zich zorgen maakten over hun gezondheid en de risico's van straling bij de experimenten⁴.

Als we uitgaan van de beschikbare gegevens vonden de experimenten plaats tussen 1960 en (uiterlijk) 1966⁵. In die tijd werd ernstig rekening gehouden met de mogelijkheid van het gebruik van kernwapens in geval van oorlog. Na de Tweede Wereldoorlog en de introductie van kernwapens (Hiroshima en Nagasaki, 1945) werd er door de grootmachten verder gewerkt aan het ontwikkelen van steeds zwaardere kernbommen. De Sovjet Unie bracht in 1949 een eerste plutoniumbom tot ontploffing. In oktober 1952 testte Groot-Brittannië haar eerste waterstofbom, die vele malen zwaarder was dan de kernsplijtingsbommen op Hiroshima en Nagasaki, gevolgd door de Sovjet Unie (augustus 1953) en de Verenigde Staten (maart 1954)⁶.

Het is dan ook in dat kader dat het toenmalige Nederlandse ministerie van Marine liet onderzoeken hoe men zich tegen een eventuele aanval met kernwapens kon beschermen. Op 7 maart 1952 werd een commissie ingesteld die

² "Marinepersoneel meette radio-activiteit", *Oplinie*, september 1998

³ "Vroeger werd er gewoon met je gesold", *Oplinie*, oktober 1998

⁴ Arbo & Medezeggenschap, *Oplinie*, december 1998

⁵ *Rapport Afschermfactoren Schepen*, G.D. van Grol, NBCD-school Den Helder, januari 1968

⁶ *Steps to a nuclear-free world*, Laka Foundation, januari 1995

aanbevelingen moest doen over de aanschaf van apparatuur “ter beveiliging tegen radio-actieve straling”⁷. Deze commissie bracht op 12 januari 1957 haar rapport uit (destijds geclassificeerd als “confidentieel”). In haar advies deed de commissie de aanbeveling voor de aanschaf van diverse soorten stralings- en besmettingsmeters voor oorlogs- en oefendoeleinden. Ook de aanschaf van een aantal radioactieve bronnen werd voorgesteld om zodoende de meetapparatuur te kunnen ijken en om praktijkoefeningen met de meters te kunnen uitvoeren. De commissie was zich bewust van de kosten die de aanschaf met zich meebrachten (totaal f 600.000,-) maar deed een dringend beroep op de minister om versneld tot aanschaf over te gaan. Zo vond zij dat de opleidingen op het gebied van nucleaire oorlogsvoering “ernstig” verbeterd moest worden en dat op schepen “tenminste enige hulpmiddelen aanwezig” moesten zijn⁸.

Naast de aanschaf van de hiervoor genoemde meetapparatuur begon men begin jaren '60 met de experimenten op de schepen. Bij een aanval zouden marineschepen besmet kunnen raken met de radioactieve fallout van kernwapens en dit zou tot verhoogde straling voor de soldaten aan boord kunnen leiden. Om te bepalen hoe hoog de straling dan zou zijn in de verschillende ruimtes op een schip werden de experimenten met de stralingsbronnen uitgevoerd. Door middel van een over het dek bewogen stralingsbron werd een besmetting van het dek gesimuleerd en de straling in de ruimtes eronder gemeten. Zodoende kon worden bepaald waar de straling in het schip het laagst zou zijn en dus wat de meest geschikte schuilplek voor soldaten zou zijn. Over deze experimenten gaat dit rapport.

Dit soort experimenten had men in de Verenigde Staten in 1958-1959 uitgevoerd onder het onderzoeksprogramma “shielding studies” van het U.S. Naval Radiological Defense Laboratory (NRDL). Ook daar werden met behulp van proeven de stralingsnivo's in een schip onderzocht⁹. In hoeverre de Nederlandse experimenten daarop gebaseerd waren is niet bekend. Er werd wel een rapport van het NRDL aangehaald in een verslag over een experiment op een Nederlands marineschip¹⁰.

Om antwoord te kunnen geven op de vraag bij welke experimenten (op welke schepen) dhr. Meijer aanwezig is geweest hebben we onderzoek gedaan naar de tijdstippen waarop de bewuste experimenten hebben plaats gevonden. De exacte data van de experimenten op de schepen zijn echter niet duidelijk geworden. Naar aanleiding van het verzoek in het kader van de WOB zijn er een drietal documenten gevonden waarin een lijst met schepen en data worden genoemd. Dit zijn echter de data van de rapporten (of bijbehorende correspondentie) waarin de meetresultaten zijn vastgelegd en zijn dus niet de data van de experimenten zelf. Bovendien verschillen deze data onderling ook. Alleen het rapport met meetresultaten van de Hr.Ms. “Karel Doorman” is nog aanwezig in de archieven van Defensie. Van alle andere experimenten ontbreken de rapporten.

In het *Rapport Afschermfactoren Schepen* wordt een overzicht gegeven van schepen die zijn gebruikt bij de experimenten. De data die daarin genoemd zijn betreffen de aanbiedingsbrieven bij de rapporten¹¹. Daarnaast is er een (ongedateerde) handgeschreven notitie waarin er verschijningsdata van rapporten wordt genoemd^{12 13}. Als laatste is er het rapport *De afscherming van schepen tegen radioactieve straling*, waarin een lijst met data is opgenomen¹⁴. Volledigheidshalve zetten we deze data in de volgende tabel op een rij.

⁷ Beschikking minister van Marine, no. 254551, 7 maart 1952; en no. 454000/254551, 5 december 1955

⁸ *Rapport inzake de voor de Koninklijke Marine in oorlogstijd en voor oefening en opleiding benodigde apparatuur ter beveiliging tegen radio-actieve straling*, 12 januari 1957

⁹ *History of U.S. Naval Radiological Defense Laboratory for the year 1961*, p. 21-22

¹⁰ *The dose distribution within an aircraft carrier exposed to uniform Co60 contamination on the flight deck*, U.S. NRDL, October 1960; in *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. “Karel Doorman”*; Rapport no. 3, ABCD-school, 8 januari 1962

¹¹ *Rapport Afschermfactoren Schepen*, G.D. van Grol, NBCD-school Den Helder, januari 1968, p. 1

¹² “Gang van zaken betreffende afschermfactoren”, handgeschreven en ongedateerd

¹³ In deze handgeschreven notitie staat genoteerd dat de rapporten zijn opgeslagen in map “A-II-34”. Bij navraag blijkt deze code bij het ministerie van Defensie bekend: de “A” staat voor atoom/atomair en de twee volgnummers voor de bewuste appendix en volgnummer. Ondanks een uitgebreide zoektocht van het ministerie is deze specifieke map echter niet terug gevonden. Andere mogelijkheden om documenten over de experimenten te vinden zijn uitgebreid benut. Volgens Defensie zijn alle bekende gegevens “boven watergekomen”. Fax ministerie van Defensie, Militair Geneeskundig Facilitair Bedrijf, L.A. Hennen, aan stichting Laka, 12 maart 2003

¹⁴ *De afscherming van schepen tegen radioactieve straling*, geen auteur bekend, datum ná januari 1968 (ná het *Rapport Afschermfactoren Schepen*)

Tabel: overzicht van schepen waarop experimenten hebben plaatsgevonden en **datum van rapport of aanbiedingsbrief** rapportages^{15 16 17}

	<i>Rapport Afschermfactoren Schepen</i>	handgeschreven notitie	<i>De afscherming van schepen...</i>
Hr.Ms. "De Ruyter" (kruiser)	juli 1960	juli 1960	juli 1960
Hr.Ms. "Karel Doorman" (vliegkampschip)	744-152, 6 maart 1962	januari 1962	maart 1962
Hr.Ms. "Noord Brabant" (Holland-klasse)	19/C/63	oktober 1962	januari 1963
Hr.Ms. "Dubois" (Van Amstel-klasse)	18 januari 1963	oktober 1962	april 1963
Hr.Ms. "Panter" (Wolf-klasse)	122/C/63, 1 april 1963	januari 1963	april 1963
Hr.Ms. "Venlo" (Dokkum/WU-klasse)	234/C/63, 10 juli 1963	mei 1963	juli 1963
Hr.Ms. "Beilen" (AMS60/Beemster-klasse)	onbekend	mei 1963	juli 1963
Hr.Ms. "Van 't Hof" (Van Straelen-klasse)	onbekend	mei 1963	juli 1963
Hr.Ms. "Drenthe" (Friesland-klasse)	319/C/63, 4 november 1963	oktober 1963	november 1963
Hr.Ms. "Onbevreesd" (Onversaagd-klasse)	320/C/63, 4 november 1963	oktober 1963	november 1963

Er worden voor verschillende experimenten dus ook verschillende data genoemd waarop de rapporten werden gepubliceerd. We nemen aan dat in sommige gevallen de echte datum van een rapport is genoemd en in andere gevallen de datum van begeleidende aanbiedingsbrieven. In alle gevallen zal het daadwerkelijke experiment eerder hebben plaats gevonden dan de in tabel 1 genoemde data¹⁸.

Naast deze gegevens over de rapporten en publicatiedata zijn er nog een aantal andere documenten die iets meer duidelijkheid geven over besluiten rond de experimenten. Het eerste onderzoek heeft plaats gevonden op de Hr.Ms. "De Ruyter", een kruiser. Een rapport daarover werd afgerond in juli 1960¹⁹. Daarna werd de Hr.Ms. "Karel Doorman" onderzocht, een vliegkampschip. Dit onderzoek vond plaats op 19, 20 en 21 december 1961²⁰.

Omdat de Marine niet geheel tevreden was met het resultaat van de metingen op beide schepen werd in maart 1962 aan de Minister van Defensie het voorstel gedaan nog een experiment op beide schepen uit te voeren. Daarnaast maakte men plannen om ook schepen van de Holland-, Friesland- en Van Amstel-klasse te onderzoeken²¹. Om de resultaten van de metingen te verbeteren werd besloten de assistentie in te roepen van de Rijksverdedigingsorganisatie (RVO) van TNO. De eerste twee experimenten op de "De Ruyter" en de "Karel Doorman" werden in eigen beheer door de Marine uitgevoerd maar met hulp van personele en technische ondersteuning van de RVO zouden betere meetresultaten kunnen worden bereikt. In een beschikking d.d. 20 juni 1962 geeft de minister vervolgens toestemming om het RVO-TNO in te schakelen bij verdere experimenten op de Hr.Ms. "De Ruyter", de Hr.Ms. "Karel Doorman" en de schepen van de Holland-, Friesland- en Van Amstel-klasse²². Aannemelijk is dus dat ná 20 juni 1962 de experimenten zijn uitgevoerd op de Hr.Ms. "Noord-Brabant" (Holland-klasse), de Hr.Ms. "Drenthe" (Friesland-klasse) en de Hr.Ms. "Dubois" (Van Amstel-klasse). Ook werden de extra metingen op de Hr.Ms. "Karel Doorman" uitgevoerd en in een rapport d.d. 14 september 1962 vastgelegd²³.

In een brief d.d. 9 november 1962 doet de Commandant der Zeemacht het verzoek aan de minister om ook toestemming te krijgen om het RVO-TNO in te schakelen bij experimenten op schepen van de Wolf-, Onversaagd- en WU-klasse²⁴. De Hr.Ms. "Panter" (Wolf-klasse), de Hr.Ms. "Onbevreesd" (Onversaagd-klasse) en de Hr.Ms. "Venlo" (WU/Dokkum-klasse) lijken dus na die datum met assistentie van het RVO-TNO te zijn onderzocht. Geen van de beschikbare documenten bevat een verzoek of mededeling over een onderzoek op de

¹⁵ *Rapport Afschermfactoren Schepen*, G.D. van Grol, NBCD-school Den Helder, januari 1968, p. 1

¹⁶ "Gang van zaken betreffende afschermfactoren", handgeschreven en ongedateerd

¹⁷ *De afscherming van schepen tegen radioactieve straling*, geen auteur bekend, datum ná januari 1968 (*Rapport Afschermfactoren Schepen*)

¹⁸ Zo zijn er van het (eerste) experiment op de Hr.Ms. "Karel Doorman" wel meer gegevens bekend. Het experiment vond plaats op 19, 20 en 21 december 1961; een rapport erover heeft de datum 8 januari 1962 en een begeleidende brief aan de minister van Defensie de datum 27 maart 1962.

¹⁹ als bron vermeld in: *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. "Karel Doorman"*; Rapport no. 3, ABCD-school, 8 januari 1962

²⁰ *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. "Karel Doorman"*; Rapport no. 3, ABCD-school, 8 januari 1962

²¹ Brief Commandant der Zeemacht aan Minister van Defensie, 27 maart 1962

²² Beschikking Minister van Defensie, no. 625685/615407, 20 juni 1962

²³ *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. "Karel Doorman"*; Rapport no. 3 (*Deel II*), ABCD-school, 14 september 1962

²⁴ Brief Commandant der Zeemacht aan Minister van Defensie, 9 november 1962

Hr.Ms. “Beilen” en de Hr.Ms. “Van ’t Hof”. Voor deze twee schepen is geheel onduidelijk wanneer de experimenten hebben plaats gevonden.

Hoewel er nu een redelijke indicatie is gekregen over de tijdsperiodes waarin de verschillende schepen zijn onderzocht kunnen hier echter geen definitieve conclusies aan worden verbonden. Uit het voorgaande zou bijvoorbeeld de conclusie kunnen worden getrokken dat het onderzoek op de Hr.Ms. “Venlo” zou hebben plaats gevonden ná 9 november 1962 (de datum waarop men een experiment voor dat type schip aanvraag). Bij nadere bestudering van een foto waarop dhr. Meijer te zien is (op de Hr.Ms. “Venlo”) moet echter de conclusie getrokken worden dat dit experiment heeft plaats gevonden op een tijdstip dat niet overeenkomt met de gegevens uit de hiervoor genoemde documenten.

Foto’s van de experimenten op de Hr.Ms. “Venlo” zijn namelijk afgedrukt in een publicatie van Defensie²⁵. Op die foto is dhr. Meijer aanwezig. Dhr. Meijer was tot 29 juni 1962 in dienst. De reconstructie van de datum van het experiment op de Hr.Ms. “Venlo” op basis van de beschikbare documenten (dus ná 9 november 1960) komt dus niet overeen met de periode waarin dhr. Meijer als dienstplichtige op de marinebasis Den Helder gelegerd was. Het is dus aannemelijk dat men op de Hr.Ms. “Venlo” al eerder een experiment heeft uitgevoerd en dan wellicht in eigen beheer (zonder hulp van het RVO-TNO)²⁶.

Buiten de hiervoor genoemde schepen is het ook bekend dat er in april 1965 of mei 1966 (het rapport noemt twee data voor één experiment) een experiment plaats vond aan boord van de Hr.Ms. “De Overijssel”²⁷.

Na 1966 zijn er geen experimenten met radioactieve bronnen meer uitgevoerd op schepen. Na uitgebreide analyse van de meetresultaten trok men bij de marine de conclusie dat de experimenten onvoldoende representatief waren voor een daadwerkelijke besmetting zoals die in een kernoorlog plaats kon vinden. De metingen bleken onnauwkeurig te zijn. Daarnaast was men ook gestuit op een aantal praktische bezwaren: het lenen van meetapparatuur en personeel van derden (RVO-TNO), voorzorgsmaatregelen vanwege straling en de uitgebreide voorbereidingen voor een experiment. Er werden rekenmodellen uitgewerkt om stralingswaardes te kunnen berekenen zonder dat daarvoor dus met radioactieve bronnen hoefde te worden gewerkt. Uiteindelijk bleken deze berekeningen net zo nauwkeurig te zijn als de metingen die eerder waren uitgevoerd²⁸. Vervolgens werd voor diverse schepen berekend hoe groot de afscherming tegen straling in de scheepsruimtes was, en waar men in geval van een aanval met kernwapens het best kon schuilen²⁹.

2.3 Stralingsbronnen

Er werd bij de experimenten met twee methodes gewerkt: de *slangenmethode* en de *hengelmethode*. Bij de slangmethode werd een stralingsbron door een slang gepompt die over het dek was uitgerold. Deze slang was ongeveer 600 meter lang en zigzag over het hele dek gelegd. Bij de hengelmethode werd een stralingsbron op verschillende plaatsen op het dek gelegd en steeds met een hengel verplaatst. In de ruimtes onder het dek werd vervolgens de straling gemeten. In het rapport *Dosisschattingen Personeel KM*³⁰ worden een aantal

²⁵ “Veiligheidsmaatregelen bij de meting van afschermfactoren”, *Technische Publicaties*, Bureau van de Vlagofficier Technische Dienst van de Koninklijke Marine, november 1963

²⁶ Mogelijk heeft de oorlog in Nederlands Nieuw-Guinea invloed gehad op de planning rond de experimenten. In januari 1962 begon het Indonesische leger met een aanval op Nederlandse marineschepen. Op 28 maart 1962 werd begonnen met het sturen van extra schepen naar het gebied en in augustus 1962 bevonden zich een tiental fregatten en duikboten in de regio. Op 18 augustus 1962 volgde een staakt het vuren tussen Nederland en Indonesië. Op 1 oktober 1962 volgde de soevereiniteitsoverdracht aan de Verenigde Naties. Bron: *Jaarboek voor de Koninklijke Marine*, 1962. Ook de voormalige Sovjet-Unie had in het conflict actief betrokken kunnen worden. Volgens voormalige Russische leger- en marineofficieren zouden de Sovjettroepen op het punt gestaan hebben om het Nederlandse leger aan te vallen en Indonesië bij te staan. Daarbij stonden de Verenigde Staten weer aan de zijde van de Nederlanders. Bron: *Volkskrant*, 10 februari 1999. Het is dus mogelijk dat de Nederlandse marine in het uiterste geval zelfs rekening hield met de mogelijkheid van het gebruik van kernwapens door de Sovjet-Unie en/of de VS. Het aanstaande conflict rond Nieuw-Guinea zou dan begin 1962 een rol kunnen hebben gespeeld bij het plannen van de stralingsexperimenten. Men wilde immers onderzoeken hoe de bemanning tegen de straling na een kernaanval beschermd kon worden. Wellicht zijn er kort voor het uitzenden van schepen nog een aantal experimenten versneld uitgevoerd.

²⁷ *Rapport Afschermfactoren Schepen*, G.D. van Grol, NBCD-school Den Helder, januari 1968, p. 8 en bijlage 1

²⁸ *De afscherming van schepen tegen radioactieve straling*, onbekende auteur, datum ná januari 1968, p. 12-16

²⁹ Berekeningen voor diverse schepen zijn nog aanwezig in de archieven van de Koninklijke Marine.

³⁰ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999

stralingsberekeningen gemaakt voor de slangenmethode. Deze methode werd het meest gebruikt op de schepen. De hengelmethode werd waarschijnlijk maar enkele malen gebruikt (zie paragraaf 4.3).

Voor de experimenten werd gebruik gemaakt van cobalt-60 en cesium-137 stralingsbronnen. In het rapport *Dosisschattingen Personeel KM* is aangenomen dat de cobaltbron een activiteit had van 700 Mega Becquerel (20 millicurie; curie is de eenheid voor radioactiviteit die destijds werd gebruikt) en de cesiumbron een activiteit van 20 Giga Becquerel (500 millicurie). Een radioactieve stof heeft de eigenschap in een bepaalde tijd (halfwaardetijd) te vervallen tot een andere (vaak) niet-radioactieve stof. Cobalt-60 heeft een halfwaardetijd van 5,3 jaar en zal na die tijd voor de helft vervallen zijn. De bron bezit dan nog maar 50% van zijn originele activiteit (en straalt dus ook met de helft minder). Bij cesium-137 is de halfwaardetijd 30,2 jaar en een cesiumbron zal dus minder snel vervallen. Het is onbekend wanneer de stralingsbronnen voor de experimenten zijn gemaakt en dus welke activiteit ze nog bezaten op het moment van het experiment. Dit is in de berekeningen van Defensie dan ook verder buiten beschouwing gelaten en men is uitgegaan van de originele activiteit (700 MBq co-60 en 20 GBq cs-137)³¹.

Het is mogelijk dat er gebruik is gemaakt van een kleinere of grotere stralingsbron. Zo wordt voor het experiment op de Hr.Ms. "De Ruyter" een cobaltbron met een activiteit van 185 MBq (5 millicurie) genoemd³². Voor de Hr.Ms. "Karel Doorman" is bij een eerste experiment een 20 GBq cesium-137 bron gebruikt³³ en bij een tweede experiment ook nog een 7,4 GBq (200 millicurie) cobaltbron³⁴, 10 maal groter dus dan de aanname van Defensie in haar stralingsberekeningen. Voor een experiment op de Hr.Ms. "Venlo" wordt ook eenmaal melding gemaakt van het gebruik van een 7,4 GBq (200 millicurie) cobalt-60 bron³⁵. Het gebruik van mogelijk sterkere stralingsbronnen komt terug in paragraaf 4.2.

Bij het beschrijven van de ontvangen stralingsdoses (paragraaf 2.5) gaan we uit van de door Defensie aangenomen bronsterktes van 700 MBq (cobalt-60) en 20 GBq (cesium-137). In paragraaf 4.2 zullen we verder ingaan op de invloed die een sterkere bron heeft op de te ontvangen stralingsdoses.

De stralingsbronnen werden vervoerd in een loden pot van ongeveer 25 cm in diameter en 30 cm hoogte. De wand van zo'n pot is 10 cm dik en zorgt ervoor dat de straling van de opgesloten bron wordt afgeschermd³⁶. Op 1 meter afstand van een gesloten pot is de straling dan ongeveer gelijk aan of een paar maal groter dan de natuurlijke achtergrondstraling.

2.4 Ontvangen stralingsdoses

De beide stralingsbronnen zenden beiden beta- en gammastraling uit. De beta-straling heeft wel veel energie maar wordt door het omhulsel van de bron bijna geheel geabsorbeerd en speelt dus praktisch geen rol in de uiteindelijk door een mens op enige afstand ontvangen stralingsdosis. Ook een paar centimeter lucht zal de beta-straling volledig absorberen. Alleen bij het direct vastpakken van de stralingsbron zal beta-straling een bijdrage leveren aan de ontvangen stralingsdosis. Zo'n scenario zal verder in paragraaf 2.5 terug komen in een berekening (bronpakker). In de praktijk zal dus vooral gamma-straling verantwoordelijk zijn voor de uiteindelijk ontvangen dosis.

De stralingsdosis die men ontvangt in de buurt van de stralingsbron is afhankelijk van een aantal factoren. In de eerste plaats is de activiteit van de bron bepalend voor de hoeveelheid straling die de bron uitzendt. Ten tweede is het de tijd die men in de buurt van een bron doorbrengt. Des te langer men bij de bron staat, des te meer straling men zal ontvangen. De derde factor die de stralingsdosis bepaalt is de afstand tot de bron. Bij afstand is er sprake van de zogenaamde inverse-kwadratenwet. Bij een 2 keer zo grote afstand wordt de stralingsdosis 4 (2²)keer kleiner, bij 4 keer de afstand neemt de dosis een factor 16 (4²) af. Wordt de afstand kleiner dan neemt de

³¹ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999

³² Brief Stralingsbeschermingsdienst, Bureau Authorisatie en Registratie Kernenergiewet, aan Dienst Personeel Koninklijke Marine, 9 oktober 1998

³³ *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. "Karel Doorman"*; Rapport no. 3, ABCD-school, 8 januari 1962

³⁴ *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. "Karel Doorman"*; Rapport no. 3 (Deel II), ABCD-school, 14 september 1962

³⁵ "Veiligheidsmaatregelen bij de meting van afschermfactoren", *Technische Publicaties*, Bureau van de Vlagofficier Technische Dienst van de Koninklijke Marine, november 1963

³⁶ "Veiligheidsmaatregelen bij de meting van afschermfactoren", *Technische Publicaties*, Bureau van de Vlagofficier Technische Dienst van de Koninklijke Marine, november 1963

dosis juist sterk toe. Wordt de dosis van een bron vaak uitgedrukt in een hoeveelheid straling op 1 meter afstand, op 0,1 meter afstand is die dosis 100 (10^2) keer zo groot. De vierde factor is de positie van het lichaam tot de stralingsbron en het verschil tussen lichaamsdosis en huiddosis. Bij de positie van het lichaam worden drie vormen onderscheiden: straling komt recht van voren naar het lichaam toe (loodrecht); het lichaam draait om zijn as of de stralingsbron draait rond het lichaam (roterend) of de straling komt van verschillende kanten (iso-geometrie). Voor de huiddosis wordt rekening gehouden met een correctie voor het soort weefsel en gaat men uit dat de straling recht van voren komt.

In de volgende tabel hebben we de lichaamsdosis berekend die men ontvangt van een 700 MBq cobalt-60 en een 20 GBq cesium-137 bron op 1 meter afstand. De dosis is uitgedrukt in milliSievert per uur (mSv/uur)³⁷.

	700 MBq co-60	20 GBq cs-137
Loodrecht	0,217 mSv/uur	1,56 mSv/uur
Roterend	0,182 mSv/uur	1,26 mSv/uur
Iso-geometrie	0,161 mSv/uur	1,10 mSv/uur
Huiddosis (op 30 cm)	2,38 mSv/uur	16,6 mSv/uur

Uit de tabel blijkt dus dat de cesiumbron sterker straalt dan de cobaltbron. Straling van cesium-137 bezit minder energie dan die van cobalt-60 maar vanwege het feit dat de cesiumbron bijna 30 keer groter is in activiteit resulteert dit in een hogere stralingsdosis. De ontvangen huiddosis in de tabel is berekend op 30 centimeter afstand (en is dus ook hoger dan de andere waarden die uitgaan van 1 meter afstand). Die 30 centimeter is een redelijke gemiddelde afstand als men de ontvangen stralingsdosis voor bijvoorbeeld de handen wil berekenen bij het manipuleren van de stralingsbronnen.

2.5 Scenario's schepen

Met de waardes uit paragraaf 2.4 kan men nu berekenen wat de ontvangen stralingsdoses zijn voor verschillende situaties bij de experimenten op de schepen. Defensie heeft de stralingsdoses berekend voor vier scenario's:

- de "meterman", die metingen deed in de ruimtes onder het dek
- de "bronvolger", die de stralingsbron in de slang volgde en bij vastzitten los schopte of schudde
- de "regelaar", die de bron in en uit de slang bracht en de waterdruk regelde
- de "bronnakker", die (tegen de regels in) eenmalig een bron direct beetpakte

Naast deze vier scenario's hebben wij in dit rapport nog drie aanvullende berekeningen gemaakt voor drie mogelijke scenario's. Deze drie scenario's zijn dus niet door Defensie beschreven maar werden door ons wel ingeschat als mogelijke wijze van blootstelling:

- "onderdek", voor iemand die gedurende een serie experimenten op een schip op het eerste onderdek verbleef
- "toekijken", voor het toekijken bij het manipuleren van de bron
- "bronvolger en vorst", voor een hogere stralingsdosis gedurende vorstdagen

In de uitwerking van deze scenario's wordt in eerste instantie gekeken naar de stralingsdosis als gevolg van het gebruik van de 20 GBq cesiumbron, omdat die de hoogste stralingsbelasting geeft. Aan het eind van elk scenario wordt ook de dosis voor de 700 MBq cobaltbron weergegeven. De dosis wordt in principe weergegeven in de grootte milli-Sievert (mSv), bij lagere dosis in micro-Sievert (μ Sv). De berekeningen betreffen alleen de slangenmethode; voor de hengelmethode heeft Defensie geen berekeningen gemaakt.

Defensie heeft aangenomen dat het doormeten van een schip 10 werkdagen (twee weken) in beslag nam. Op elke werkdag konden dan 4 experimenten van elke een uur worden uitgevoerd. In totaal vonden er dus 40 experimenten per schip plaats.

Aan het eind van deze paragraaf worden de resultaten van elk scenario samengevat in een tabel.

³⁷ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 5-6

Meterman

Bij de “meterman” bestond het werk uit het voorbereiden van de slangenmethode en het doen van stralingsmetingen onderdeks. Elk experiment duurde 1 uur en op een werkdag vonden 4 experimenten plaats. Er werden 10 werkdagen (2 weken) gebruikt voor de experimenten. In totaal betrof het dus 40 experimenten. Gedurende elk experiment van een uur deed de meterman zijn metingen in de ruimte direct onder het dek als in de 3 ruimtes daaronder. De totale lichaamsdosis per experiment (1 uur) wordt berekend op 20 μSv . Na het afronden van de 40 experimenten is de ontvangen stralingsdosis 800 μSv (0,8 mSv) bij gebruik van de cesiumbron en 120 μSv (0,12 mSv) bij de cobaltbron³⁸.
(berekening Defensie)

Bronvolger

Bij de “bronvolger” ging het eveneens om 10 dagen van elk 4 experimenten (40 totaal). De bronvolger moest achter de stralingsbron in de slang aan lopen en in de gaten houden of die niet vastliep (in de bochten of bij vorst). Het lopen achter de bron betrof de rechte delen in de slang en er werd aangenomen dat de bronvolger een gemiddelde afstand van 2 meter tot de bron hield. In de bochten werd de gemiddelde afstand kleiner omdat tegen de slang geschopt moest worden of beetgepakt om aan te slingeren. De dosis per experiment bij een cesiumbron was opgebouwd uit: 260 μSv rechte stukken, 240 μSv schoppen en 100 μSv slingeren in bochten. De totale dosis per experiment bedroeg dus 600 μSv (0,6 mSv). Als er 4 experimenten op een dag waren zou de dosis voor 1 dag uitkomen op 2,4 mSv. Bij een totaal van 40 experimenten op een schip met de cesiumbron was de totale lichaamsdosis 24 mSv. Bij gebruik van een cobaltbron zou de dosis bij 40 experimenten uitkomen op 3,4 mSv³⁹.
(berekening Defensie)

Regelaar

De “regelaar” was betrokken bij experimenten op meerdere schepen. De betrokkene was werkzaam bij de NBCD-school (Nuclear, Biological, Chemical Damage control) van Defensie. Hij was belast met het inbrengen van de stralingsbron in de slang en het regelen van de waterdruk en dus de snelheid waarmee de bron door de slang bewoog. De dosis per experiment (met een cesiumbron) was opgebouwd uit de volgende elementen: 92 μSv voor het inbrengen en verwijderen bron en 9 μSv voor het regelen van de waterdruk. Per experiment bedroeg de totale lichaamsdosis dus 100 μSv (0,1 mSv). Per dag zou het dan gaan om 0,4 mSv (4 experimenten). Bij 40 experimenten op een schip was de totale dosis 4,0 mSv. Aangezien de “regelaar” waarschijnlijk betrokken was bij de experimenten op 8 schepen (320 experimenten in totaal) is de daarbij in totaal opgelopen stralingsdosis 32 mSv (in geval van de cobaltbron 4,8 mSv)⁴⁰.
(berekening Defensie)

Defensie heeft voor de regelaar nog een bijzondere situatie beschreven. In de strenge winter van 1962/1963 zou een experiment ten gevolge van de vorst veel langer hebben geduurd dan normaal. Het inbrengen en verwijderen van de stralingsbron zou door de koude omstandigheden 45 minuten (i.p.v. 6 minuten) hebben geduurd en het transport door de slang 3 uur (i.p.v. 1 uur). Gezien de lange duur van een experiment konden er op 1 dag slechts twee in totaal worden uitgevoerd. De lichaamsdosis op 1 dag wordt dan 1,4 mSv. Er is door Defensie verder van uitgegaan dat de rest van de experimenten zonder problemen verliep zodat deze extra hoge dosis op 1 dag geen grote verandering betekent voor de totale dosis bij de experimenten op 8 schepen⁴¹.
(berekening Defensie)

Als de rest van de experimenten inderdaad zonder grote problemen verliep wordt de ontvangen dosis na 8 schepen: 33,2 mSv (318 maal 0,1 mSv plus 1,4 mSv). Voor de cobaltbron wordt het totaal dan 4,97 mSv.
(berekening Laka)

Bij het inbrengen en verwijderen van de bron komt de hand van de betrokkene dicht in de buurt van de bron. Als men aanneemt dat het manipuleren (in- en uitbrengen) van de bron 6 minuten in beslag neemt en de gemiddelde

³⁸ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 11-13

³⁹ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 13-14

⁴⁰ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 14-15

⁴¹ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 15

afstand van de hand tot de bron 30 centimeter is komt dat neer op een stralingsdosis op de huid van 1,7 mSv per experiment⁴².
(berekening Defensie)

Bij het afronden van 40 experimenten op een schip is de opgelopen huiddosis in totaal 68 mSv (9,6 mSv bij de cobaltbron). Bij het meewerken aan de experimenten op 8 schepen in totaal wordt de opgelopen huiddosis 544 mSv in geval van de cesiumbron en 77 mSv bij de cobaltbron.
(berekening Laka)

N.B.: dit betreft een huiddosis en de schijnbaar hoge dosis in milli-Sieverts kan niet sec vergeleken worden met de lichaamsdoses uit de eerdere berekeningen!

Bronpakker

Het scenario van de “bronpakker” is een bijzonder scenario. De bronpakker heeft namelijk een handeling uitgevoerd die uitzonderlijk was en tegen alle voorschriften in. De betrokkene heeft (eenmalig) met de blote hand de stralingsbron beetgepakt en in de slang ingebracht. Aangezien de bron met de blote hand werd aangeraakt moet in dit geval rekening worden gehouden met de zeer korte afstand tot de bron en blootstelling van de hand aan beta-straling. De opgelopen huiddosis voor de hand bedraagt bij een blootstelling van 3 minuten 500 mSv voor contact met de cesiumbron en 70 mSv voor de cobaltbron. De berekende totale lichaamsdosis van de bronpakker (1 experiment) komt uit op 370 μ Sv (0,37 mSv) voor de cesiumbron en 50 μ Sv (0,05 mSv) bij de cobaltbron⁴³.
(berekening Defensie)

Aanvullende scenario's

De stralingsbelasting van de voorgaande vier scenario's (meterman, bronvolger, regelaar en bronpakker) zijn door Defensie uitgewerkt in het rapport *Dosisschattingen Personeel KM*⁴⁴. Op basis van de daarin aangenomen uitgangspunten hebben we voor een drietal mogelijke situaties nog aanvullende berekeningen gemaakt:

- aanwezigheid gedurende meerdere experimenten op het eerste onderdek (onderdek)
- toekijken bij het inbrengen van de bron (toekijken)
- grotere blootstelling bronvolger bij vorst (bronvolger en vorst)

Onderdek

Bij het “meterman” scenario is uitgerekend welke dosis opgelopen wordt als de betrokkene zich gedurende een experiment op verschillende benedendekken bevindt. Het is wellicht mogelijk dat dienstplichtigen zich gedurende een of meerdere experimenten continu aanwezig waren op het eerste onderdek, die zich het dichtst onder de bron bevond. De ontvangen stralingsdosis voor een dergelijk scenario zal dan ook hoger uitvallen dan die van de meterman. Iemand die op het eerste onderdek aanwezig was zal tijdens een experiment (1 uur) een lichaamsdosis van 36 μ Sv hebben ontvangen. Bij 4 experimenten op een dag zou dat resulteren in een dagdosis van 144 μ Sv. Indien betrokkene zich gedurende de 40 experimenten ophield in het onderdek zou de totale opgelopen dosis 1,4 mSv bedragen (0,21 mSv bij een cobaltbron).
(berekening Laka)

Toekijken

Naast de scenario's van Defensie waarin betrokkenen een bepaalde taak hadden in een experiment (meten, bron volgen, etc.) kan het ook zijn dat dienstplichtigen toekeken bij bepaalde handelingen. De ontvangen lichaamsdosis op 1 meter afstand van de cesiumbron bedraagt 1,56 mSv/uur. In het scenario van de “regelaar” is uitgerekend dat de lichaamsdosis bij het inbrengen en verwijderen van de bron 92 μ Sv bedraagt. Iemand die toekijkt en zich op dezelfde afstand bevindt als de regelaar (1,3 meter) zal eveneens een dosis van 92 μ Sv ontvangen. Indien dit bij alle experimenten zou gebeuren zal de totale ontvangen dosis 368 μ Sv per dag en 3,7 mSv voor 40 experimenten bedragen. Voor de cobaltbron is dat 0,52 mSv in totaal.
(berekening Laka)

⁴² *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 14

⁴³ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 15-16

⁴⁴ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999

In het beschreven geval van de problemen bij het manipuleren van de bron gedurende de strenge winter duurde het inbrengen en verwijderen van de bron 45 minuten i.p.v. 6 minuten. Het toekijken bij het manipuleren van de cesiumbron gedurende 45 minuten resulteert in een lichaamsdosis van 690 μSv . Aangenomen dat er op die dag 2 experimenten plaatsvinden en in beide gevallen het in- en uitbrengen van de bron 45 minuten duurt zal men gedurende het toekijken een dosis oplopen van 1,38 mSv. Bij de cobaltbron zal dat 195 μSv zijn. Als men daarnaast ook nog toekijkt bij de resterende 38 experimenten dan zal de totale dosis na afloop van alle experimenten 4,9 mSv zijn (1,38 mSv bij vorst en 38 maal 0,092 mSv normaal). Voor de cobaltbron wordt het totaal dan 0,69 mSv.

(berekening Laka)

Bronvolger en vorst

In het extra scenario bij de “regelaar” wordt in het rapport van Defensie aangenomen dat een experiment gedurende de strenge winter van 1962/1962 zo’n 3 uur in beslag kon nemen (i.p.v. 1 uur). Voor de “regelaar” is uiterekend wat dat voor de stralingsbelasting van betrokkene betekent. Ook voor de “bronvolger” leidt een langere blootstelling tot een hogere stralingsdosis. Een enkel experiment zou onder gewone omstandigheden voor de bronvolger resulteren in 600 μSv . Voor het scenario bronvolger en vorst geldt dan: in 3 uur tijd is de dosis 1,8 mSv (3 x 600 μSv). Op een dag van 2 experimenten zal dat dan 3,6 mSv bedragen. Voor de cobaltbron is de totale dosis 0,54 mSv. Als men naast de twee experimenten op de vorstdag ook nog meewerkt aan de resterende 38 experimenten dan zal de totale dosis na afloop van alle experimenten 26,4 mSv zijn (3,6 mSv bij vorst en 38 maal 0,6 mSv normaal). Voor de cobaltbron wordt het totaal dan 3,7 mSv.

(berekening Laka)

Er zijn echter argumenten om aan te nemen dat de doses gedurende een experiment bij strenge vorst hoger zijn dan de hiervoor genoemde 600 μSv maal 3 uur. Onder gewone omstandigheden is aangenomen dat men bij het transport door de bochten aan de slang moet “schoppen” (in totaal 13 minuten) en “slingeren” (in totaal 7 minuten) om vastlopen van de bron te voorkomen. Juist bij strenge vorst kan men aannemen dat de bron relatief vaker en langer in de bochten vastliep. Er zal dan ook relatief meer tijd zijn besteed aan het schoppen en slingeren. Vanwege de kortere afstand tot de bron zal de opgelopen stralingsdosis juist daardoor hoger uitvallen. Onder gewone omstandigheden neemt het schoppen en slingeren 1/3 van de tijd in beslag (20 minuten in een experiment van een uur). Als we aannemen dat het schoppen en slingeren gedurende strenge vorst 50% van de tijd inneemt (de bron loopt veel vaker vast in de bochten) dan ziet de stralingsopbouw per experiment van 3 uur als volgt eruit:

(berekening Laka)

bron volgen (1/2 van 3 uur):	585 μSv
schoppen (2/3 x 1/2 van 3 uur):	1100 μSv
slingeren (1/3 x 1/2 van 3 uur):	462 μSv

Totaal: 2147 μSv (2,15 mSv).

Bij strenge vorst zal dus relatief meer tijd moeten worden besteed aan het schoppen en slingeren. Bij een experiment met een cesiumbron en een duur van 3 uur zal dan 2,15 mSv worden ontvangen onder de aanname dat het schoppen en slingeren in totaal 1,5 uur in beslag neemt. Bij 2 experimenten op een strenge vorstdag zal dat 4,30 mSv zijn. Voor een cobaltbron komt de dosis dan op 0,64 mSv. Als men naast de twee experimenten op de vorstdag ook nog meewerkt aan de resterende 38 experimenten onder gewone omstandigheden dan zal de totale dosis na afloop van alle experimenten 27,1 mSv zijn (4,30 mSv bij vorst en 38 maal 0,6 mSv normaal). Voor de cobaltbron wordt het totaal dan 3,8 mSv.

(berekening Laka)

Onbekende scenario's

Er zijn buiten de hiervoor beschreven blootstellingsscenario's wellicht nog andere scenario's denkbaar waarbij mensen zijn blootgesteld aan straling. In het geval van de strenge vorst is bijvoorbeeld beschreven dat dat gedurende 1 dag tot overlast leidde en een experiment daardoor 3 uur duurde in plaats van de gebruikelijke 1 uur. Een sessie van 40 experimenten vond echter gedurende meerdere werkdagen achter elkaar op een schip plaats. Het is dan ook niet onwaarschijnlijk dat men ook nog op andere dagen te maken kreeg met problemen van de vrieskou en dus een langere duur van de experimenten. Daarmee zou ook de stralingsbelasting weer hoger uitvallen. In de voorgaande berekeningen werd slechts uitgegaan van 1 vorstdag.

Bij het vastlopen van een bron vanwege vorst zou men ook een scenario kunnen uitwerken waarbij de bron gedurende zeer lange tijd stil bleef liggen op 1 plek en bijvoorbeeld de opgelopen dosis voor mensen op het

eerste onderdek direct onder de stilliggende bron. Bij het vastlopen van een bron was het wellicht mogelijk dat schoppen en slingeren niet leidde tot het loskomen van de bron. In dat geval is het ook denkbaar dat men de slang heeft vastgepakt op een plaats dichtbij de bron in plaats van de aangenomen afstand van 1,3 meter. Dat zou weer leiden tot een hogere lichaamsdosis en een extra dosis op de hand als men de slang bij de plaats van de bron beetpakt. Aangezien in deze “onbekende scenario’s” heel veel verschillende aannames gemaakt en gecombineerd moeten worden (afstand, tijdsduur, aantal, etc.) is dit te complex om de ontvangen stralingsdosis exact uit te rekenen.

Verder zou men nog rekening kunnen houden met meer extreme scenario’s zoals het onbeheerd achterlaten van een stralingsbron of een incident waarbij een bron beschadigd zou kunnen raken. Om voor dit soort scenario’s berekeningen te kunnen maken moeten dan ook weer eerst meer gegevens bekend zijn.

De berekende stralingsdoses voor de scenario’s uit deze paragraaf worden samengevat in de volgende tabel. Alle stralingsdoses zijn in mSv. Uitgegaan wordt van gebruik van de cesiumbron, die de hoogste stralingsbelasting geeft. In de tabel is ook opgenomen een berekende dosis voor 1 week (uitgaande van 4 experimenten per dag en 5 werkdagen). De waardes bij gebruik van de cobaltbron staan tussen haakjes en worden alleen aangegeven per schip.

	experiment	dag	week (20 exp.)	schip (40 exp.)	8 schepen
meterman	0,02 mSv	0,08 mSv	0,4 mSv	0,8 mSv (0,12)	--
bronvolger	0,6 mSv	2,4 mSv	12 mSv	24 mSv (3,4)	--
regelaar	0,1 mSv	0,4 mSv	2 mSv	4 mSv (0,6)	32 mSv (4,8)
regelaar (extreme vorst)	0,7 mSv	1,4 mSv (0,2)	--	5,2 mSv (0,69)	33,2 mSv (4,97)
regelaar huidosis hand *	1,7 mSv	6,8 mSv	34 mSv	68 mSv (9,6)	544 mSv (77)
bronpakker huidosis hand *	500 mSv (70)	--	--	--	--
onderdek	0,036 mSv	0,144 mSv	0,7 mSv	1,4 mSv (0,21)	--
toekijken bij bron inbrengen/ verwijderen	0,092 mSv	0,368 mSv	1,84 mSv	3,7 mSv (0,52)	--
toekijken (extreme vorst)	0,690 mSv	1,38 mSv (0,195)	--	4,9 mSv (0,69)	--
bronvolger (extreme vorst) a	1,8 mSv	3,6 mSv (0,54)	--	26,4 mSv (3,7)	--
bronvolger (extreme vorst) b	2,15 mSv	4,3 mSv (0,64)	--	27,1 mSv (3,8)	--

* N.B.: dit betreft een huidosis en de schijnbaar hoge dosis in milli-Sieverts kan niet sec vergeleken worden met de lichaamsdoses uit de andere berekeningen!

3. STRALINGSNORMEN

3.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zijn een aantal scenario's aan de orde gekomen met de daarbij behorende ontvangen stralingsdosis. Voor een aantal scenario's zijn door Defensie berekend hoeveel straling men kan hebben ontvangen. Deels is dit verder aangevuld met eigen berekeningen voor een aantal aanvullende scenario's. In dit hoofdstuk wordt gekeken of er bij die berekende stralingsdosis sprake was van het overschrijden van toen geldende normen. Voor de specifieke vraag of in het geval van dhr. Meijer de normen zijn overschreden wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

In het rapport *Dosisschattingen Personeel KM*⁴⁵ wordt een opsomming gegeven van de stralingsnormen die bij Defensie werden gehanteerd. Een aantal van die normen verwezen weer naar algemene normen die voor Nederlandse radiologische werkers en gewone bevolking waren vastgelegd. In paragraaf 3.2 volgen de normen die voor Defensie (en in het bijzonder de Marine) werden gehanteerd. In paragraaf 3.3 volgt een uitleg over de normen in Nederland voor andere sectoren dan Defensie, gevolgd door een uitleg over Europese richtlijnen in paragraaf 3.4. In paragraaf 3.5 worden de normen opgesomd die ten tijde van de experimenten (1960-1966) van kracht waren. In paragraaf 3.6 worden de berekende stralingsdoses getoetst aan de toen geldende normen. In de praktijk worden vaak ook normen vastgelegd voor specifieke lichaamsdelen/organen. Hier beperken we ons tot de normen en lichaamsdelen die relevant zijn voor de experimenten op de schepen. Het hoofdstuk wordt afgesloten met conclusies in paragraaf 3.7.

3.2 Normen Defensie en Marine

1953

In 1953 worden in een Circulaire voor de Zeemacht (2157) de eerste normen vastgelegd voor marinepersoneel dat *dagelijks aan straling is blootgesteld*. De circulaire trad op 29 september 1953 in werking. In deze circulaire geldt een norm van maximaal 1 mSv per dag en een weeknorm van 5 mSv (gehele lichaam)⁴⁶.

1957

In 1957 wordt de weeknorm verlaagd naar 3 mSv per week in een aanvullende circulaire 2157a, die op 15 november 1957 werd ingevoerd. Dat is gelijk aan de weeknorm die is gesteld in de civiele regelgeving uit dat jaar (zie paragraaf 3.3)⁴⁷.

1960

Op 21 november 1960 wordt in een nieuwe circulaire (2157b) de norm voor *militair personeel, dat dagelijks aan gamma- of roentgenstraling is blootgesteld* verlaagd naar 1 mSv per week (en 50 mSv per jaar). Voor "burgerpersoneel" in het leger gelden de regels die van kracht zijn volgens de civiele regelgeving uit 1957 (zie paragraaf 3.3)⁴⁸.

1966

Op 4 augustus 1966 wordt per Circulaire 2384b beslist dat voor werknemers van Defensie die beroepsmatig met straling omgaan dezelfde normen gelden als voor radiologische werkers uit andere sectoren. Die komt dan overeen met de civiele regels zoals die in 1963 zijn ingevoerd (zie paragraaf 3.3). Met Circulaire 2384b ligt de norm dan dus op 30 mSv per kwartaal voor het hele lichaam, 80 mSv/kwartaal voor de huid en een wat hogere norm van 150 mSv/kwartaal voor hand, arm en voeten. De jaarnorm van 50 mSv voor het hele lichaam blijft

⁴⁵ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 19-28

⁴⁶ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 19

⁴⁷ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 16 en 19

⁴⁸ *Voorschriften met betrekking tot radioactieve bronnen en apparaten, die ioniserende stralen uitzenden*, Circulaire voor de Zeemacht 2157b, Beschikking Minister van Defensie, no. 585821/335862, 21 november 1960

tevens van kracht. Voor militairen die *niet zijn aangewezen om regelmatig met radioactieve stoffen om te gaan* geldt volgens de circulaire een jaarnorm van 5 mSv⁴⁹.

Na 1966

Na de circulaire 2384b zijn nog een aantal wijzigingen doorgevoerd die verder niet relevant zijn voor dit rapport. In 1995 wordt de maximale jaardosis voor radiologische werkers bij Defensie verlaagd naar 20 mSv⁵⁰.

3.3 Civiël (Nederland)

1957

In 1957 worden in Nederland voor het eerst normen vastgelegd voor het werken met straling. Voor die datum werd er al wel gewerkt aan onderzoek naar radioactieve stoffen, maar van serieuze regelgeving was het tot dan toe nog niet gekomen. De normen worden in het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 vastgesteld op 3 mSv per week voor de totale lichaamsdosis. Voor de huid geldt een limiet van 6 mSv per week en als uitsluitend of hoofdzakelijk armen, handen of voeten bestraald worden geldt een norm van 15 mSv per week^{51 52}.

Deze normen gelden voor “arbeid, waarbij arbeiders blootstaan aan de gevaren van toestellen of stoffen, die ioniserende stralen uitzenden” (art.3). “Radiologische werkzaamheden” omvatten volgens het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 werkzaamheden met “spontaan alfa-, beta- of gammastralen uitzende vaste stoffen” indien de activiteit meer bedraagt dan 1 millicurie⁵³.

Voor “arbeiders, die geen radiologische werkzaamheden verrichten” mogen niet meer dan 1/10 van de dosis voor radiologische werkzaamheden oplopen, dus 0,3 mSv/week lichaamsdosis, 0,6 mSv/week huiddosis en 1,5 mSv als het uitsluitend of hoofdzakelijk de armen, handen of voeten betreft. Het besluit kent wel het voorbehoud: “tenzij zij geregeld vertoeven op plaatsen, waar deze handelingen worden verricht”⁵⁴.

Het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 treedt formeel in werking op 1 februari 1958⁵⁵.

1963

In 1963 wordt het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen aangepast en worden de weeknormen vervangen door kwartaal- en jaarnormen. De aanpassing volgt op het aannemen in 1959 van Europese richtlijnen met basisnormen voor straling die elke lidstaat vervolgens moest vastleggen in nationale regelgeving (zie paragraaf 3.4). De normen worden dan: 30 mSv/kwartaal (50 mSv/jaar)⁵⁶ voor het hele lichaam, 80 mSv/kwartaal (300 mSv/jaar) voor de huid en een wat hogere norm van 150 mSv/kwartaal (600 mSv/jaar) voor hand, arm en voeten. Deze normen zijn dan van toepassing voor “arbeiders, die radiologische werkzaamheden verrichten” (art.4, lid 2a)⁵⁷.

Voor niet radiologische werkzaamheden gelden drie categoriën (art 4, lid 2b, c, d):

-arbeiders, “die geregeld moeten vertoeven ter plaatse waar die werkzaamheden [radiologische] worden verricht”. Dezelfde stralingsnormen als voor radiologisch werk gelden dan.

⁴⁹ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 20

⁵⁰ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 20-22

⁵¹ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen, 20 maart 1957, Staatsblad 116, 1957; art. 4, lid 2a

⁵² Formeel heet het in het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 dat “de hieronder aangegeven doses niet geregeld worden overschreden”. De term “geregeld” wordt verder niet omschreven in het Veiligheidsbesluit. De maximaal te ontvangen stralingsdosis wordt dus alleen uitgedrukt in een hoeveelheid die “per week” niet mag worden overschreden. Omdat de term “geregeld” niet verder is uitgewerkt gaan wij in dit rapport verder uit van de wel gespecificeerde weeknorm.

⁵³ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen, 20 maart 1957, Staatsblad 116, 1957; art. 2, lid 10b

⁵⁴ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen, 20 maart 1957, Staatsblad 116, 1957; art. 5

⁵⁵ Staatsblad 587, 21 januari 1958

⁵⁶ Ook wel aangeduid als maximaal gemiddelde dosis. Dit houdt in dat men gemiddeld over meerdere jaren niet meer dan 50 mSv per jaar mag ontvangen. De kwartaalnorm van 30 mSv/kwartaal is expliciet als kwartaalnorm opgenomen

⁵⁷ In het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 wordt het geformuleerd als: “De doses, welke niet mogen worden overschreden...”. De term “geregeld” komt niet meer voor in het bewuste artikel (art. 4, lid 1)

-arbeiders voor wie “uit hoofde van de door hen te verrichten werkzaamheden een dosisbeperking” als hiervoor “bezwaarlijk of onmogelijk” is. Dan geldt een norm van 15 mSv per jaar, maar wel “na verkregen toestemming van het districtshoofd”.

-“alle andere” arbeiders, die dus niet onder een van de bovengenoemde categorieën vallen. Daarvoor geldt een jaarnorm van 5 mSv⁵⁸.

Het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 treedt formeel in werking op 1 april 1963⁵⁹.

Na 1963

Ook na 1963 worden nog een aantal wijzigingen in de normen doorgevoerd. In 1969 worden de normen aangepast in een Radioactieve-stoffenbesluit Kernenergiewet en in het Toestellenbesluit Kernenergiewet⁶⁰. Deze worden in 1983 weer gewijzigd (intrekken van het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 per 1 januari 1983) en in 1986 vervangen door het Besluit Stralingsbescherming Kernenergiewet⁶¹. Maart 2002 zijn de normen weer aangepast naar aanleiding van nieuwe Euratom richtlijnen (zie paragraaf 3.4).

3.4 Europa (Euratom)

Naast de regelgeving die in Nederland bij Defensie en in de civiele sector bestaan werden er ook in Europees verband stralingsnormen vastgelegd.

In 1957 wordt besloten tot de oprichting van een Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (Euratom). Dit verdrag, dat de samenwerking tussen de Europese lidstaten op het gebied van kernenergie moet bevorderen, treedt in werking per 1 januari 1958. Artikel 30 en 32 van het Euratom-verdrag schrijven voor dat men binnen de Gemeenschap basisnormen voor straling opstelt en men in elke lidstaat de basisnormen vastlegt in wettelijke bepalingen⁶².

De Europese richtlijnen met de basisnormen worden op 2 februari 1959 vastgelegd. Met het in werking treden van het Nederlandse Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 worden de basisnormen uit de Europese richtlijn overgenomen. De normen die in paragraaf 3.3 werden genoemd volgens het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 zijn dan ook identiek aan de al in 1959 vastgelegde Europese richtlijnen⁶³.

In 1996 werden de Europese basisnormen verder aangescherpt tot een gemiddelde van 20 mSv per jaar (maximaal 100 mSv over 5 jaar en een maximum van 50 mSv in een enkel jaar) voor radiologisch werk en 1 mSv per jaar voor de gewone burgerbevolking. Voor radiologisch werk geldt verder een maximum dosis van 500 mSv per jaar voor de huid en handen, armen en voeten⁶⁴. Deze nieuwe basisnormen werden per 1 maart 2002 in Nederland van kracht in het Besluit Stralingsbescherming 2001. Daarbij werd in Nederland voor radiologisch werk een dosislimiet van 20 mSv per kalenderjaar ingevoerd voor het gehele lichaam (in tegenstelling tot het Europese voorstel dat een gemiddelde over 5 jaar toestaat)⁶⁵.

3.5 Normen tijdens experimenten

De experimenten vonden plaats tussen 1960 en 1966. In die tijd bestonden er verschillende normregelgevingen naast elkaar (defensie, civiel en Europees). Het beantwoorden van de vraag of in bepaalde scenario's de normen zijn overschreden hangt dus af van het moment van een experiment en de regelgeving waarmee het op dat moment vergeleken wordt. In dit rapport toetsen we de berekende stralingswaardes uit hoofdstuk 2 aan de normen uit de volgende regelgevingen:

⁵⁸ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963, 18 maart 1963, Staatsblad 98, 1963

⁵⁹ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963, 18 maart 1963, Staatsblad 98, 1963; artikel 44

⁶⁰ De Kernenergiewet zelf was per besluit d.d. 21 februari 1963, Staatsblad 82, vastgesteld

⁶¹ *Dosis-schattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p.26-28

⁶² Verdrag tot oprichting van de Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (EURATOM), tekst opgesteld d.d. 25 maart 1957

⁶³ *Richtlijnen tot vaststellen van de basisnormen voor de bescherming van de gezondheid der bevolking en der werknemers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren*, 2 februari 1959

⁶⁴ *Council Directive 96/29/Euratom of 13 May 1996 laying down basic safety standards for the protection of the health of workers and the general public against the dangers arising from ionizing radiation*, 29 Juni 1996

⁶⁵ *Besluit van 16 juli 2001, houdende vaststelling van het Besluit Stralingsbescherming*, 16 juli 2001, Staatsblad 397, 2001; in werking op 1 maart 2002

- Circulaire 2157b voor de Zeemacht, die tussen 21 november 1960 en 4 augustus 1966 van kracht was.
- Het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957, dat tussen 1 februari 58 en 31 maart 1963 van kracht was.
- Het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963, dat tussen 1 april 1963 en 1 januari 1983 van kracht was
- De Europese richtlijn van 1959 van 2 februari 1959

Circulaire 2157b

Tot 21 november 1960 geldt bij Defensie een norm van 1 mSv per dag of 3 mSv per week. De meeste experimenten vonden echter plaats na die datum, toen circulaire 2157b van kracht was (1960-1966) en een norm van 1 mSv per week gold (en 50 mSv/jaar). Voor burgerpersoneel werd verwezen naar het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957⁶⁶. Ook in dit rapport wordt bij niet-radiologisch werk dan vervolgens gekeken naar de vraag of de normen uit dat Veiligheidsbesluit zijn overschreden.

Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957

De norm in dit besluit is vastgesteld op 3 mSv per week voor de totale lichaamsdosis. Voor de huid geldt een limiet van 6 mSv per week en als uitsluitend of hoofdzakelijk armen, handen of voeten bestraald worden geldt een norm van 15 mSv per week. Dit geldt voor radiologisch werk. Voor niet-radiologisch werk geldt 1/10 van die norm, dus respectievelijk 0,3 mSv, 0,6 mSv en 1,5 mSv.

Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963

Voor radiologische werkers lagen de normen daar op 30 mSv/kwartaal (50 mSv/jaar) voor het hele lichaam, 80 mSv/kwartaal (300 mSv/jaar) voor de huid en 150 mSv/kwartaal (600 mSv/jaar) voor hand, arm en voeten. Voor arbeiders die “moeten” vertoeven op die plaatsen gelden dezelfde normen en voor arbeiders voor wie een dosisbeperking moeilijk is geldt een norm van 15 mSv per jaar. Voor anderen geldt de 5 mSv/jaar norm.

Euratom richtlijn 1959

Volgens de Euratom richtlijn van 1959 gelden normen die gelijk zijn aan het in 1963 ingevoerde Veiligheidsbesluit ioniserende stralen.

3.6 Vergelijking normen met berekende scenario's

In deze paragraaf zullen de berekende stralingsdoses voor de verschillende scenario's worden getoetst aan de normen die toen van kracht waren. Belangrijk daarin is de vraag of er sprake is van “radiologische werkzaamheden”, omdat de normen daarvoor vaak anders liggen dan voor andere arbeiders. In een aantal gevallen is er formeel sprake van radiologisch werk omdat het inderdaad werkzaamheden betreft met radioactieve bronnen die daar volgens de regels onder vallen. In de praktijk is er bij een radiologisch werk sprake van een **aangewezen** groep arbeiders waarvoor dan ook **aparte regels** gelden en **registraties** worden bijgehouden.

Zo wordt in de Circulaire 2157b geregeld dat de commandant van een onderdeel personen aanwijst die regelmatig met bronnen zullen werken (art. 61) en dat deze personen minstens eenmaal per jaar worden onderworpen aan een geneeskundig onderzoek (art. 62). Alleen personen die incidenteel aan straling blootstaan en minder dan 0,4 mSv per maand ontvangen vallen niet onder de voorwaarden van geneeskundig onderzoek⁶⁷.

De “regelaar”, die via de NBCD-school aan de experimenten meewerkte, valt gezien de aard van zijn werkzaamheden en ontvangen stralingsdosis onder de classificatie radiologisch werker⁶⁸. Een “bronvolger” kan echter heel wel een dienstplichtig soldaat zijn geweest die niet onder de normen van radiologisch werker valt, maar onder de strengere normen voor andere arbeiders. Voor zover mogelijk wordt in de rest van deze paragraaf rekening gehouden met het onderscheid tussen radiologisch en niet-radiologisch werk. In een aantal gevallen

⁶⁶ In Circulaire 2157b wordt letterlijk verwezen naar “hetgeen terzake is bepaald in het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen (Stb. 1957, no. 116)”. Het is niet bekend of er voor het invoeren van de Circulaire 2384b in 1966 een aanpassing heeft plaats gevonden die verwijst naar het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963.

⁶⁷ *Voorschriften met betrekking tot radioactieve bronnen en apparaten, die ioniserende stralen uitzenden*, Circulaire voor de Zeemacht 2157b, Beschikking Minister van Defensie, no. 585821/335862, 21 november 1960; artikel 61 en 62

⁶⁸ In een brief aan een betrokkene die op meerdere schepen als regelaar werkte heet het echter dat: “de in deze periode door u verrichte taak achteraf te beschouwen is als radiologisch werk”. Kennelijk is hij destijds niet aangemerkt als radiologisch werker. Brief Koninklijke Marine, Arbodienst KM, aan dhr. W. van Osch, 1 september 1999

wordt er expliciet van uitgegaan dat er sprake was van niet-radiologisch werk. Het betreft de scenario's waarvoor wordt aangenomen dat het dienstplichtigen betrof die niet konden worden beschouwd als radiologisch werker (bronpakker, onderdek, toekijken). In andere gevallen is het niet duidelijk of betrokkene moet worden beschouwd als radiologisch of niet-radiologisch werker (meterman, bronvolger, regelaar).

In alle gevallen gaan we verder uit van het gebruik van de 20 GBq cesiumbron. Alle uitkomsten worden aan het eind van deze paragraaf samengevat in een tabel. In de conclusies (paragraaf 3.7) wordt ingegaan op het gebruik van de 700 MBq cobaltbron.

Meterman

In het scenario "meterman" worden de normen uit circulaire 2157b niet overschreden. Met een weekdosis van 0,4 mSv blijft de meterman onder de norm van 1 mSv per week voor radiologisch werk. Als de meterman wordt beschouwd als radiologisch werker onder het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 dan blijft hij ook daar onder de daar geldende norm van 3 mSv per week. Wordt hij echter volgens datzelfde besluit gezien als niet-radiologisch werker dan wordt de daarvoor geldende norm van 0,3 mSv (1/10 van 3 mSv) wel overschreden. In het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 en de Euratomrichtlijn 1959 zijn de normen geregeld per kwartaal en jaar. Voor zowel de radiologisch werker als de niet-radiologisch werker worden de kwartaal- en jaarnormen dan niet overschreden.

Bronvolger

Bij de "bronvolger" wordt met een berekende weekdosis van 12 mSv de norm uit Circulaire 2157b (1 mSv/week) overschreden met een factor 12. De norm voor een radiologisch werker (3 mSv/week) in het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 wordt met een factor 4 overschreden en de norm voor een niet-radiologisch werker (0,3 mSv) met een factor 40. De normen in het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 zijn uitgedrukt per kwartaal en jaar. De kwartaalnorm voor radiologisch werk (30 mSv) wordt bij de experimenten op 1 schip (24 mSv) net niet overschreden. Als er werd meegewerkt op 2 schepen binnen een kwartaal (dus 48 mSv) werd deze norm wel overschreden. Indien men het "bronvolgen" beschouwt als niet-radiologisch werk waarbij een dosisbeperking moeilijk of onmogelijk is dan wordt de daarvoor gestelde jaarnorm (15 mSv) wel overschreden bij 1 schip. Als de bronvolger een dienstplichtig soldaat was zijn de normen voor niet-radiologisch werk van toepassing. De norm voor een niet-radiologisch werker (5 mSv) is na 1 schip met een factor 5 overschreden. Ook de Euratomrichtlijn 1959 voor niet-radiologisch werk (5 mSv) wordt dan in dezelfde mate overschreden.

Regelaar

Bij de "regelaar" wordt de weeknorm van Circulaire 2157b (1 mSv/week) met een factor 2 overschreden omdat de regelaar op weekbasis 2 mSv zal hebben ontvangen. De weeknorm van het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 (3 mSv/week) wordt echter niet overschreden. Beschouwen we de regelaar als niet-radiologisch werker (wat niet waarschijnlijk is omdat hij belast was met het manipuleren van de bron) dan is de weeknorm (0,3 mSv/week) wel overschreden. De regelaar ontvangt bij zijn deelname aan het werk op 8 schepen een totale dosis van 32 mSv. Het is onwaarschijnlijk dat deze dosis is opgelopen binnen een kwartaal (13 weken). Het onderzoek op 8 schepen zou namelijk op zijn minst 16 weken in beslag nemen (minstens twee weken per schip). De kwartaalnorm van het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 (30 mSv) kan dan ook niet overschreden zijn. Ook de jaarnorm van dit besluit (50 mSv) wordt niet overschreden als de regelaar 32 mSv heeft ontvangen. Wordt de regelaar beschouwd als niet-radiologisch werker dan zal de jaarnorm daarvoor (5 mSv/jaar) wel zijn overschreden (factor 6 als alle 8 schepen in een jaar onderzocht zijn). Voor de Euratomrichtlijn 1959 geldt hetzelfde.

In het scenario van de regelaar onder de omstandigheden van zware vorst (scenario Laka) wordt bij twee langdurige experimenten op een dag 1,4 mSv ontvangen. In dat geval zou men in 1 dag de weeknorm uit Circulaire 2157b overschrijden (1 mSv/week). Of de norm van 3 mSv/week uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 voor radiologische werkers wordt overschreden hangt af van de vraag of men in de rest van de bewuste week nog experimenten heeft uitgevoerd. Als men gewoon verder is gegaan met 4 experimenten per dag op de 4 resterende werkdagen dan zal de totale dosis (1,4 + 1,6) 3,0 mSv bedragen. Deze dosis ligt net op de weeknorm voor radiologisch werk. Beschouwt men de regelaar als niet-radiologisch werker dan zal de weeknorm (0,3 mSv/week) met een factor 4 overschreden zijn als de dosis beperkt is tot de vorstdag (1,4 mSv). De jaarnorm voor radiologisch werkers uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 en de Euratomrichtlijn 1959 (50 mSv/jaar) zal met het afronden van alle experimenten op 8 schepen (33,2 mSv) niet overschreden worden. Beschouwt men de regelaar als niet-radiologisch werker dan zal de norm daarvoor (5 mSv/jaar) wel overschreden worden met een factor 6.

Tijdens zijn werk loopt de regelaar bij het inbrengen en verwijderen van de stralingsbron ook een stralingsdosis aan zijn hand op. Deze ligt op respectievelijk 34 mSv per week, 68 mSv per sessie op een schip en 544 mSv bij 8 schepen. De Circulaire 2157b geeft geen normen voor straling op de huid. Het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 geeft een norm van 15 mSv/week voor radiologische werkers en 1,5 mSv voor niet-radiologisch werk. Met een huiddosis van 34 mSv in een week wordt bij de regelaar dus zowel de norm voor radiologische werkers (factor 2) en niet-radiologische werkers (factor 23) overschreden. In het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 en de Euratomrichtlijn 1959 wordt een norm van 150 mSv per kwartaal (600 mSv/jaar) gesteld voor straling op de handen. Voor 1 sessie van experimenten op een schip wordt een huiddosis van 68 mSv berekend. Indien er aan de experimenten op 3 (of meer) schepen binnen een kwartaal wordt meegewerkt zal die kwartaalnorm overschreden worden (3 maal 68 mSv is 204 mSv). De jaarnorm wordt niet overschreden, ook niet als alle 8 schepen binnen een jaar bezocht werden (ontvangen dosis 544 mSv en de jaarnorm 600 mSv). Voor niet-radiologische werkers geeft het besluit uit 1963 geen expliciete normen en gaan we uit van dezelfde normen als radiologische werkers.

Bronpakker

In het scenario van de “bronpakker” gaat het om een dienstplichtige die tegen alle regels in de stralingsbron met zijn blote hand heeft beetgepakt. Deze dienstplichtige kan niet worden beschouwd als radiologisch werker. Hij heeft tijdens de handeling een totale lichaamsdosis van 0,37 mSv opgelopen en een huiddosis van 500 mSv aan de hand. Circulaire 2157b kent geen expliciete normen voor huiddosis. Het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 geeft een lichaamsdosisnorm van 3 mSv/week voor radiologische werkers en 0,3 mSv/week voor niet-radiologische werkers. Met een opgelopen lichaamsdosis van 0,37 mSv wordt de norm voor niet-radiologisch werk overschreden. De norm voor een dosis aan de hand voor radiologische werkers (15 mSv/week) is met een factor 33 overschreden. De norm voor de dosis aan de hand voor niet-radiologisch werk (1,5 mSv/week) wordt dan met een factor van meer dan 300 overschreden. De norm voor de totale lichaamsdosis uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 en de Euratomrichtlijn 1959 voor niet-radiologische werkers (5 mSv/jaar) wordt niet overschreden. De kwartaalnorm voor een huiddosis op de hand (150 mSv/kwartaal) zijn wel met een factor 3 overschreden (uitgaande van de normen voor radiologische werkers).

Onderdek

Bij een continue verblijf van een dienstplichtige op het 1^e onderdek (scenario Laka) zal deze in een week tijd een lichaamsdosis van 0,7 mSv oplopen en gedurende 40 experimenten 1,4 mSv. Aangezien betrokkene geen radiologisch werker is zijn de normen uit Circulaire 2157b voor radiologisch werk niet relevant en gelden de normen uit de Veiligheidsbesluiten ioniserende stralen 1957 en 1963. De weeknorm voor niet-radiologisch werk (0,3 mSv/week) uit het besluit van 1957 wordt overschreden met een factor 2. De jaarnorm voor niet-radiologisch werk (5 mSv) uit het besluit van 1963 wordt niet overschreden bij een totaal opgelopen dosis van 1,4 mSv (bij 40 experimenten). Ook de Euratomrichtlijn 1959 voor niet radiologisch werk is niet overschreden.

Toekijken

In het scenario “toekijken” (scenario Laka) gaan we ervan uit dat betrokkene tijdens alle experimenten op 1,3 meter afstand toekijkt bij het inbrengen en verwijderen van de stralingsbron in de slang. Ook in dit geval nemen we aan dat het hier gaat om een dienstplichtig militair die dus geen radiologisch werker is. De ontvangen dosis per week is 1,84 mSv en bij 40 experimenten bedraagt die 3,7 mSv. De Circulaire 2157b is in dit scenario niet relevant omdat het geen radiologisch werker betreft en daarvoor de normen uit de Veiligheidsbesluiten geldt. De weeknorm uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 (0,3 mSv/week) wordt met een factor 6 overschreden. Bij een totale dosis van 3,7 mSv voor 40 experimenten wordt de jaarnorm uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 en de Euratomrichtlijn 1959 voor niet-radiologisch werk (5 mSv) niet overschreden.

Onder het scenario van de zware vorstomstandigheden resulteert het toekijken bij de 2 bewuste experimenten (die langer duurden dan normaal) in een lichaamsdosis van 1,38 mSv op een dag. Ook in dit scenario gaan we uit van een dienstplichtig militair en dus geen radiologisch werker. In 1 dag tijd loopt de betrokkene een dosis op die een factor 4,5 ligt boven de weeknorm voor niet-radiologisch werk onder het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 (0,3 mSv/week). Indien de betrokkene ook toekijkt bij de experimenten op de dagen onder gewone omstandigheden dan zal de totale lichaamsdosis uitkomen op (1,38 + 3,49) 4,87 mSv bij een totaal van 40 experimenten. Zowel de norm uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 als de Euratomrichtlijn 1959 voor niet-radiologisch werk (beiden 5 mSv/jaar) worden dan niet overschreden.

Bronvolger bij vorst

Door de langere duur van een experiment onder extreme vorstomstandigheden zal ook de stralingsdosis voor de bronvolger hoger liggen (scenario Laka). Aangenomen dat er twee experimenten op de zware vorstdag zijn en

elk experiment 3 uur duurt (met dezelfde verdeling van tijd voor volgen, schoppen en slingeren als voor het gewone bronvolger scenario van Defensie) dan is de dosis op een dag 3,6 mSv. De totale dosis voor 40 experimenten wordt 26,4 mSv (3,6 mSv + 38 maal 0,6 mSv). De weeknorm uit de Circulaire 2157b voor radiologisch werk (1 mSv/week) wordt op de bewuste vorstdag (3,6 mSv) al overschreden met een factor 3. Ook de weeknorm voor radiologisch werk uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 (3 mSv/week) wordt dan overschreden in 1 dag. Indien de bronvolger dienstplichtig militair was (en dus geen radiologisch werker) wordt de weeknorm voor niet radiologisch werk (0,3 mSv/week) met een factor 12 overschreden. De kwartaalnorm voor radiologisch werk (30 mSv) in het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 wordt bij 40 experimenten (26,4 mSv) net niet overschreden. Indien men het “bronvolgen” beschouwt als werk waarbij een dosisbeperking moeilijk of onmogelijk is dan wordt de daarvoor gestelde jaarnorm (15 mSv) wel overschreden. Als de bronvolger een dienstplichtig soldaat was zijn de normen voor niet-radiologisch werk van toepassing. De norm voor een niet-radiologisch werker (5 mSv) is na 40 experimenten met een factor 5 overschreden. Ook de Euratomrichtlijn 1959 voor een niet-radiologische werkers (5 mSv) wordt dan overschreden.

Als we bij het vorige scenario rekening houden met de mogelijkheid dat bij het vorstscenario het schoppen en slingeren relatief meer tijd in beslag neemt dan is de dagdosis op de vorstdag 4,3 mSv en de totale dosis na 40 experimenten 27,1 mSv (4,3 mSv + 38 maal 0,6 mSv). Ook in dit scenario worden de weeknormen van Circulaire 2157b en het Veiligheidsbesluit 1957 overschreden voor zowel radiologisch als niet-radiologisch werk. Dit geldt ook voor de normen uit het Veiligheidsbesluit 1963 en de Euratomrichtlijn 1959 voor niet-radiologisch werk.

Samenvattend

We vatten de uitkomsten van het voorgaande samen in de tabel op de volgende bladzijde. Per scenario wordt met een + of – teken aangegeven of de normen al dan niet overschreden zijn. Waar nodig wordt een en ander verder toegelicht in een voetnoot. De afkortingen in de tabel betekenen het volgende: 2157b = Circulaire voor de Zeemacht 2157b; Veil. 1957 = Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957; Veil. 1963 = Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963; Euratom 1959 = Euratomrichtlijn 1959; rad. = radiologisch werk; niet-rad. = niet-radiologisch werk.

OVERSCHRIJDEN NORMEN

	2157b	Veil. 1957		Veil. 1963 / Euratom 1959	
	(rad.)	(rad.)	(niet-rad.)	(rad.)	(niet-rad.)
meterman	-	-	+	-	-
bronvolger	+	+	+	-/(1)	+
regelaar	+	-	+	-	+
regelaar (extreme vorst)	+	-/(2)	+	-	+
regelaar huiddosis hand	n.v.t.(3)	+	+	+/(4)	+/(4)
bronpakker huiddosis hand	n.v.t.(5)	+	+	+(6)	+(6)
onderdek	n.v.t.(7)	n.v.t.	+	n.v.t.	-
toekijken	n.v.t.(8)	n.v.t.	+	n.v.t.	-
toekijken (extreme vorst)	n.v.t.(9)	n.v.t.	+	n.v.t.	-
bronvolger (extreme vorst) a	+	+	+	-/(10)	+
bronvolger (extreme vorst) b	+	+	+	-/(11)	+

(1) De kwartaalnorm voor radiologisch werk wordt niet overschreden bij onderzoek op 1 schip in een kwartaal. Wel wordt de jaarnorm (15 mSv/jaar) overschreden voor niet-radiologisch werk waar dosisbeperking moeilijk is.

(2) De dosis op een vorstdag is 1,4 mSv. Als er verder die week geen experimenten plaatsvonden blijft men daarmee onder de norm van 3 mSv. Als de rest van de week de experimenten gewoon plaatsvonden (4 werkdagen) wordt er precies 3,0 mSv ontvangen.

(3) Circulaire 2157b kent geen normen voor huiddosis.

(4) De kwartaalnorm (150 mSv) wordt overschreden als er in een kwartaal 3 of meer schepen werden onderzocht. De opgelopen dosis blijft bij een totaal van 8 schepen wel onder de jaarnorm (600 mSv). Voor niet-radiologisch werk hanteren we dezelfde norm, omdat daar geen expliciete huiddosisnormen voor bestaan.

(5) zie 3

(6) De kwartaalnorm (150 mSv) wordt overschreden. Vanwege de eenmalige blootstelling wordt de jaarnorm (600 mSv) niet overschreden. Voor niet-radiologisch werk hanteren we dezelfde norm, omdat daar geen expliciete huiddosisnormen voor bestaan.

(7) Dit scenario gaat uit van niet-radiologisch werk omdat in dit scenario (Laka) is aangenomen dat het een dienstplichtig militair betreft die niet is aangewezen om radiologisch werk te verrichten.

(8) zie 7.

(9) zie 7.

(10) zie 1.

(11) zie 1.

3.7 Conclusies

Uitgaande van de berekeningen die door Defensie en door Laka (een aantal extra scenario's) zijn gemaakt voor de ontvangen stralingsdoses (bij een 20 GBq cesiumbron) komen we tot een aantal conclusies, die in eerste instantie zijn ingedeeld naar regelgeving en in tweede instantie naar scenario. Zoals in het einde van paragraaf 2.5 al werd gemeld zijn er ook nog scenario's (onbekende scenario's) denkbaar die in dit rapport niet verder zijn uitgewerkt vanwege te complexe berekeningen. Deze onbekende scenario's, die wellicht tot hogere stralingsdoses kunnen hebben geleid dan hiervoor berekend, kunnen dan ook niet getoetst worden aan de hiervoor behandelde normen. Zo worden ook in hoofdstuk 4 nog een aantal onzekerheden aangehaald (zoals een sterkere cobaltbron in paragraaf 4.2) die grote invloed kunnen hebben op de ontvangen stralingsdoses. Aan het eind van deze paragraaf komt het gebruik van de (kleinere) 700 MBq cobaltbron aan de orde.

regelgeving

-De norm voor radiologisch werk (1 mSv/week) die is opgenomen in de Circulaire 2157b wordt in de scenario's van de bronvolger en de regelaar overschreden. De meterman blijft onder de norm. Bij het scenario onderdek en toekijken gaat het om niet-radiologisch werk, waarvoor Circulaire 2157b verwijst naar het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957.

-Voor radiologisch werk onder het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 worden de lichaamsdosisnormen (3 mSv/week) in het geval van de scenario's van de bronvolger overschreden. Bij de regelaar kan dat het geval zijn als er naast de langdurige experimenten op een vrijdag ook 4 gewone experimentdagen plaatsvonden in een week. De huiddosisnormen zijn zowel voor de regelaar als de bronpakker overschreden.

-Voor niet-radiologisch werk onder het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 zijn in alle scenario's de normen (0,3 mSv/week) overschreden.

-Voor radiologisch werk onder het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 worden de kwartaal- en jaarnormen voor lichaamsdosis niet overschreden. Houden we rekening met de categorie arbeiders die in principe niet-radiologisch werk verrichten maar voor wie een dosisbeperking te moeilijk is (art. 4, lid 2c) dan wordt de daarvoor geldende norm wel overschreden in de scenario's van de bronvolger. De huiddosisnorm (150 mSv/kwartaal) wordt voor de bronpakker overschreden en voor de regelaar indien er in een kwartaal 3 of meer schepen werden onderzocht.

-Voor niet-radiologisch werk onder het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 worden de lichaamsdosisnormen (5 mSv/jaar) overschreden in de scenario's van de bronvolger en de regelaar. Voor de huiddosis gelden geen expliciete normen voor niet-radiologisch werk maar nemen we aan dat die op dezelfde wijze zijn overschreden als onder radiologisch werk. Bij de scenario's onderdek en toekijken worden de normen nu niet meer overschreden, wat verklaard kan worden uit de overgang (sinds 1957) naar kwartaal- en jaarnormen.

-Voor de Euratomrichtlijn 1959 gelden dezelfde overschrijdingen als bij het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963.

scenario's

-In het scenario van de meterman wordt slechts in 1 geval een norm overschreden. Voor niet-radiologisch werk onder het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 wordt daar de weeknorm licht overschreden (0,4 mSv ontvangen in een week bij een norm van 0,3 mSv/week).

-Het scenario bronvolger kent een groot aantal overschrijdingen van de normen, ook die gelden voor radiologisch werk.

-In het geval van de regelaar wordt de norm voor radiologisch werk onder de Circulaire 2157b overschreden. Onder de civiele regelgeving (Veiligheidsbesluiten ioniserende stralen 1957 en 1963) en Euratomrichtlijn 1959 blijft de regelaar onder de norm voor radiologisch werk. In het vorstscenario is wel een overschrijding mogelijk. Als de regelaar wordt beschouwd als niet-radiologisch werker dan zijn in alle gevallen de normen overschreden. -Wat betreft de huiddosis van de regelaar dan zijn alle normen (radiologisch en niet-radiologisch) overschreden als er binnen een kwartaal 3 of meer schepen zijn onderzocht.

-In het scenario van de bronpakker zijn alle relevante normen voor de huiddosis overschreden.

-De scenario's onderdek en toekijken worden beschouwd als niet-radiologisch werk. In dat geval worden de weeknormen uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 wel overschreden, maar de kwartaal- en jaarnormen uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 en de Euratomrichtlijn 1959 niet.

cobaltbron

In het rapport *Dosisschattingen Personeel KM*⁶⁹ wordt ervan uitgegaan dat de gebruikte cobaltbron een activiteit had van 20 millicurie (700 MBq). De cesiumbron in de berekeningen had een activiteit van 500 millicurie (20

⁶⁹ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p.11

GBq). Daarmee gaf de cesiumbron ongeveer 7 maal meer straling (in mSv/uur) af dan de cobaltbron (zie paragraaf 2.4). Bij de beschrijvingen van de scenario's en in de tabel (paragraaf 2.5) werden de stralingsdoses bij de cobaltbron kort vermeld (in de tabel tussen haakjes).

Bij de toetsing aan de normen blijkt dat bij het gebruik van de 700 MBq cobaltbron de normen slechts in een beperkt aantal gevallen zijn overschreden. In het scenario van de bronvolger (het vorstscenario laten we hier verder buiten beschouwing) wordt de weeknorm van Circulaire 2157b overschreden (bij 20 experimenten in een week). De ontvangen straling is dan 1,7 mSv bij een norm van 1 mSv/week. Ook de weeknorm voor niet-radiologisch werk uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 (0,3 mSv/week) wordt daarmee overschreden.

In het geval van de regelaar is de ontvangen weekdosis (0,3 mSv) precies gelijk aan de norm voor niet-radiologisch werk uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957. Ook hier laten we het vorstscenario verder buiten beschouwing. De huiddosis aan de hand van de regelaar (4,8 mSv/week) ligt boven de norm van het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 voor niet-radiologisch werk (1,5 mSv/week).

De eenmalig ontvangen huiddosis van de bronpakker (70 mSv) ligt boven de normen uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 (15 mSv/week voor radiologisch werk en 1,5 mSv voor niet-radiologisch werk).

4. DISCUSSIE

4.1 Inleiding

De experimenten op de schepen zijn ongeveer 40 jaar geleden uitgevoerd. Veel gegevens zijn dan ook niet meer te achterhalen. De vraag hoe er precies werd omgegaan met het risico van straling zal op veel punten onduidelijk blijven. We zullen het moeten doen met de documentatie die nu nog beschikbaar is (en voor dit rapport de stukken die in het bezit van de stichting Laka zijn). In hoofdstuk 2 en 3 zijn een aantal conclusies getrokken over de experimenten en stralingsdoses. Deze conclusies zijn gebaseerd op een aantal feiten die na 40 jaar nog te achterhalen waren. Daarnaast zijn er nog een aantal onzekerheden die van grote invloed kunnen zijn geweest op de stralingsdoses die destijds zijn ontvangen. En dus ook voor de vraag of de toen geldende normen werden overschreden. Ook zal er in dit hoofdstuk worden ingegaan op veiligheidsvoorschriften bij het omgaan met straling en het hanteren van week- of kwartaal/jaarnormen. Verder zullen we ingaan op de stralingsnormen die anno 2003 gelden. Een aantal van de punten in dit hoofdstuk kan van invloed zijn op de casus Meijer. Dat zal in hoofdstuk 5 aan de orde komen. De volgende discussiepunten behandelen we in dit hoofdstuk:

- sterkere cobaltbron (4.2)
- de hengelmethode (4.3)
- registratie ontvangen stralingsdoses (4.4)
- meewerken aan meerdere experimenten (4.5)
- het vorstscenario (4.6)
- werkomstandigheden en stralingsnivo's bij radiologisch werk (4.7)
- week- versus kwartaal/jaarnormen (4.8)
- stralingsnormen anno 2002 (4.9)

4.2 Sterkere cobaltbron

Defensie is in haar rapport uitgegaan van een cobaltbron van 20 millicurie (700 MBq). Correspondentie van de Stralingsbeschermingsdienst van het ministerie aan de Dienst Personeel van de Marine maakt echter ook melding van bronnen die zwakker en bronnen die juist sterker zijn. Een 185 MBq bron zou gebruikt zijn op de Hr.Ms. "De Ruyter". Voor de Hr.Ms. "Karel Doorman" wordt een bron met een sterkte van 7400 MBq (7,4 GBq) genoemd. Voor de cesiumbron wordt overigens in de brief geen melding gemaakt van bronnen van verschillende sterkte⁷⁰.

Voor de Hr.Ms. "Karel Doorman" is bij een eerste experiment een 20 GBq cesium-137 bron gebruikt⁷¹ en bij een tweede experiment ook nog een 7,4 GBq (200 millicurie) cobaltbron⁷², 10 maal groter dus dan de aanname van Defensie in haar stralingsberekeningen.

Ook voor een experiment op de Hr.Ms. "Venlo" wordt melding gemaakt van het gebruik van een 7,4 GBq (200 millicurie) cobalt-60 bron. Voor de cesiumbron wordt daar echter weer melding gemaakt van een 300 millicurie (11,1 GBq) bron⁷³. Dat is weer de helft minder dan de veronderstelde 20 GBq. Hiermee wordt nog eens duidelijk dat het anno 2002 moeilijk te achterhalen is welke bronnen men exact heeft gebruikt bij de experimenten.

Het gebruik van een sterkere cobaltbron, 200 i.p.v. 20 millicurie (10 maal zo veel straling als werd aangenomen in de berekeningen van Defensie) leidt ook tot andere stralingsdoses in de berekeningen. Een cobaltbron met een activiteit van (afgerond) 7000 MBq zal in ontvangen stralingsdoses zelfs de 20 GBq cesiumbron uit de scenario's van hoofdstuk 3 overtreffen. Ter verduidelijking een tabel een selectie van de scenario's waarin de doses ten gevolge van een cobaltbron van 700 MBq, een cobaltbron van (afgerond) 7000 MBq en de 20 GBq cesiumbron worden vergeleken.

⁷⁰ Brief Stralingsbeschermingsdienst, Bureau Autorisatie en Registratie Kernenergiewet, aan Dienst Personeel Koninklijke Marine, 9 oktober 1998

⁷¹ *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. "Karel Doorman"; Rapport no. 3, ABCD-school, 8 januari 1962*

⁷² *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. "Karel Doorman"; Rapport no. 3 (Deel II), ABCD-school, 14 september 1962*

⁷³ "Veiligheidsmaatregelen bij de meting van afschermfactoren", *Technische Publicaties*, Bureau van de Vlagofficier Technische Dienst van de Koninklijke Marine, november 1963

	700 MBq co-60	7000 MBq co-60	20 GBq cs-137
bronvolger (1 schip)	3,4 mSv	34 mSv	24 mSv
regelaar (8 schepen)	4,8 mSv	48 mSv	32 mSv
bronpakker (huid dosis hand)	70 mSv	700 mSv	500 mSv
toekijken (1 schip)	0,52 mSv	5,2 mSv	3,7 mSv

De tabel laat goed zien dat met een 7000 MBq cobaltbron de ontvangen stralingsdoses 1,5 maal hoger uitvallen dan bij gebruik van de cesiumbron. In de conclusie van het vorige hoofdstuk (paragraaf 3.7) schreven we nog dat bij gebruik van de 700 MBq cobaltbron de normen slechts in een beperkt aantal gevallen zijn overschreden. Bij gebruik van een 7000 MBq cobaltbron zal het aantal overschrijdingen echter minstens zo groot zijn als bij de 20 GBq cesiumbron (zie voor een overzicht daarvoor de tabel in paragraaf 3.6) In een aantal scenario's zal sprake zijn van nieuwe overschrijdingen.

Uit de bovenstaande tabel blijkt bijvoorbeeld dat het scenario "toekijken" bij de cesiumbron (3,7 mSv) nog onder de jaarnormen (5 mSv/jaar) voor niet-radiologisch werk uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 en de Euratomrichtlijn 1959 viel. Met de nu berekende dosis van 5,2 mSv bij gebruik van de sterkere cobaltbron wordt die norm wel overschreden. Bij de regelaar bijvoorbeeld was de weekdosis 0,3 mSv bij een 700 MBq cobaltbron. In geval van een 7000 MBq cobaltbron wordt dat 3 mSv, waarmee bijvoorbeeld weer de weeknorm voor radiologisch werk uit Circulaire 2157b wordt overschreden.

Het voert te ver om hier voor elk scenario opnieuw de ontvangen doses te toetsen aan de verschillende normen die toen golden. Algemene conclusie is dat bij het gebruik van een sterkere 7000 MBq cobaltbron de normen een aantal malen extra zijn overschreden (zowel voor radiologisch als voor niet-radiologisch werk) vergeleken bij het gebruik van de 20 GBq cesiumbron.

4.3 De hengelmethode

Het rapport van Defensie berekent de stralingsdoses bij gebruik van de *slangenmethode*. Er zijn ook experimenten uitgevoerd volgens de *hengelmethode*. Daarbij werd een radioactieve bron op bepaalde plaatsen op het dek geplaatst en werd die bron met een hengel tussen de meetpunten getransporteerd. Van de hengelmethode wordt in het *Rapport Afschermfactoren Schepen*⁷⁴ uit 1968 het volgende vermeld. Bij de Hr.Ms. "De Ruyter" (ws. 1960) werd deze methode gebruikt en "in de andere gevallen" de slangenmethode. Naast de experimenten op de in paragraaf 2.2 genoemde schepen vond er in april 1965 of mei 1966 (er worden twee verschillende data genoemd voor 1 experiment) nog een experiment volgens de hengelmethode plaats op de Hr.Ms. "De Overijssel". Een capsule met daarin twee cobaltbronnen (17 en 5 millicurie; samen 815 MBq) werd op 834 verschillende punten geplaatst, waarna voor elk punt metingen op het dek en in de compartimenten eronder werden verricht. De bron werd steeds verplaatst met een hengel. De experimenten namen 5 dagen in beslag⁷⁵.

Naast deze vermelding over het gebruik van de hengelmethode op de Hr.Ms. "De Ruyter" en Hr.Ms. "De Overijssel" is het ook bekend dat er bij de twee experimenten op de Hr.Ms. "Karel Doorman" is gewerkt met de hengelmethode. Bij de experimenten in december 1961 bleek namelijk dat de snelheid waarmee de bron door de slang voortbewoog slecht geregeld kon worden. Als gevolg van het uitvallen van de waterdruk is toen de

⁷⁴ *Rapport Afschermfactoren Schepen*, G.D. van Grol, NBCD-school Den Helder, januari 1968, p. 1, 2, 8 en bijlage 1

⁷⁵ *Rapport Afschermfactoren Schepen*, G.D. van Grol, NBCD-school Den Helder, januari 1968, bijlage 1

hengelmethode gebruikt als noodmaatregel. Ook bij het tweede experiment in 1962 (datum onbekend) is naast de slangenmethode de hengelmethode ingezet (“op de voorlift, naast het eiland en op het A-dek”)⁷⁶.

Het is onbekend hoeveel uren een experiment volgens de hengelmethode duurde. Daarnaast ontbreken gegevens over de exacte wijze waarop de bron met de hengel werd verplaatst (bijvoorbeeld afstanden tot de bron). Stralingsberekeningen zijn daarom moeilijk zonder meer exacte gegevens te hebben. De bron die op de Hr.Ms. “De Overijssel” werd gebruikt (22 millicurie – 815 MBq) levert een straling van 0,25 mSv per uur op 1 meter afstand. Een 200 millicurie (7000 MBq) cobaltbron zoals die op de Hr.Ms. “Karel Doorman” werd ingezet bij enkele metingen volgens de hengelmethode levert een straling van 2,15 mSv/uur op 1 meter afstand. Degene die de bron met de hengel verplaatste zal waarschijnlijk de hoogste dosis hebben opgelopen.

4.4 Registratie ontvangen stralingsdoses

Het personeel dat betrokken was bij de experimenten moest worden uitgerust met filmbadges om de ontvangen stralingsdoses te registreren. Een filmbadge bevat een fotografisch plaatje en de zwarting die daarop optreedt kan worden vertaald naar een ontvangen stralingsdosis. Hoe “zwarter” de film hoe hoger de ontvangen dosis is. De filmbadges werden regelmatig uitgelezen. De uitslagen werden geregistreerd, maar zijn volgens Defensie niet meer beschikbaar⁷⁷. Volgens de Circulaire 2157b moesten de filmbatches eens in de twee weken worden ingeruild voor nieuwe en onderzocht door TNO⁷⁸.

Het is niet bekend waarom de gegevens niet meer beschikbaar zijn. Mogelijk zijn ze bij het opschonen van de Defensie-archieven in de loop der jaren vernietigd. Volgens artikel 30, lid 5, van het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 mogen dergelijke registraties niet vernietigd worden⁷⁹.

Het was zeer waardevol geweest als de registraties nog wel beschikbaar waren geweest. De dosisberekeningen van Defensie en onze eigen berekeningen hadden dan kunnen worden vergeleken met de daadwerkelijk geregistreerde stralingsdoses. Zo had er misschien meer duidelijkheid kunnen komen over de stralingsdoses waaraan betrokkenen waren blootgesteld.

Volgens één publicatie⁸⁰ uit die tijd zou de toen geldende norm van 1 mSv/week (Circulaire 2157b) nooit zijn overschreden.: “de meest voorkomende doses zijn 0,02 [rad] – 0,04 [rad] per twee weken, de hoogste 0,06 [rad] per twee weken”. 0,06 rad is gelijk aan 0,6 mSv. Het is echter onvoldoende om op basis van deze ene mededeling over de ontvangen doses verdere conclusies te trekken.

Zo is er ook een betrokkene die zegt dat hij wel is weggestuurd omdat hij teveel straling zou hebben ontvangen bij het werk. Ex-matroos Kieftje werd ingeschakeld als bronvolger bij een experiment in 1963. Omdat de bron steeds in de slang vastliep moest hij er tegen schoppen en de slang met zijn hand bewegen om de bron weer op gang te krijgen (zie ook het scenario van de bronvolger in paragraaf 2.5). Tijdens de experimenten zou zijn filmbadge een dermate hoge dosis hebben vastgelegd dat hij zijn werk moest staken. Kieftje: “Op vrijdag moest je dat filmpje inleveren en kreeg je een nieuwe. Maar de woensdag daarop werd ik op kantoor geroepen. Mijn filmpje zou pikzwart zijn, zo werd gezegd. Ik moest er onmiddellijk mee stoppen omdat ik te veel straling gehad zou hebben”. Hij werd enkele dagen met verlof gestuurd, “maar toen ik na een paar dagen terug kwam, moest ik alleen nog tekenen dat ik gezond de dienst uit ging. Ik zou eigenlijk pas na een week uitgekeurd worden. Mijn maten moesten nog langs de dokter, ik mocht gelijk gaan”⁸¹. Volgens het tijdschrift voor ex-Marine personeel *Van Boord* zou de registratie van de filmbadge gegevens zelf niet meer te achterhalen zijn maar zou wel van twee militairen bekend zijn dat ze hun werkzaamheden tijdelijk moesten staken in verband met de zwarting van hun badge⁸². Het is niet bekend om welke dosis het daarbij zou gaan.

⁷⁶ *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. “Karel Doorman”; Rapport no. 3 (Deel II)*, ABCD-school, 14 september 1962, p. 1 en tabel 1

⁷⁷ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 16-17

⁷⁸ *Voorschriften met betrekking tot radioactieve bronnen en apparaten, die ioniserende stralen uitzenden*, Circulaire voor de Zeemacht 2157b, Beschikking Minister van Defensie, no. 585821/335862, 21 november 1960; art. 71-78

⁷⁹ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen, 20 maart 1957, Staatsblad 116, 1957; art. 30, lid 5

⁸⁰ “Veiligheidsmaatregelen bij de meting van afschermfactoren”, *Technische Publicaties*, Bureau van de Vlagofficier Technische Dienst van de Koninklijke Marine, november 1963

⁸¹ “Ze hadden ons gewoon bescherming moeten geven”, *Oplinie*, december 1998

⁸² “Stralingsproeven ‘60er jaren”, *Van Boord*, juni 1999

4.5 Meewerken meerdere experimenten

De meeste beschreven scenario's gaan ervan uit dat betrokkene slechts bij de experimenten op 1 schip aanwezig was. Alleen voor de regelaar houdt men rekening met het meewerken aan de experimenten op 8 schepen in totaal. In hoeverre kan worden uitgesloten dat er personeel is geweest dat heeft moeten meewerken aan de experimenten op meer dan 1 schip? De betrokkenen waren niet per definitie afkomstig van het bewuste schip. Zo was dhr. Meijer destijds niet op een schip gelegerd maar in een torpedowerkplaats op de vaste wal op het Marinecomplex te Den Helder. Hij werd wel ingeschakeld bij de experimenten op een schip (zie ook hoofdstuk 5). Wellicht heeft hij dat bij meerdere schepen gedaan in de tijd dat hij in dienst was. Dit zou misschien ook bij anderen kunnen zijn gebeurd. Zou het bijvoorbeeld ook mogelijk zijn geweest dat iemand meer dan eenmaal heeft gefungeerd als bronvolger (relatief de hoogste stralingsdosis per schip)?

4.6 Het vorstscenario

Bij het vorstscenario houdt men rekening met de lange duur van een experiment gedurende een dag. Dit leidt tot een hogere dosis per experiment. Bij de verdere afwikkeling van de experimenten is aangenomen dat die zonder extreme problemen verliepen. Het is echter vrijwel uitgesloten dat de extreme weersomstandigheden zich tot een dag beperkten. Met name de winter van 1962/1963 was een extreem koude winter. In hoeverre kan worden uitgesloten dat de experimenten op meerdere dagen werden gehinderd door de slechte weersomstandigheden? De stralingsdoses zullen vanzelfsprekend hoger uitvallen als er op meerdere dagen problemen waren en de experimenten langer duurden.

Bij koude weersomstandigheden zal de bron ook vaker zijn vastgelopen in de slang, die door de vorst stug werd. De bron zou bijvoorbeeld gedurende zeer lange tijd stil kunnen blijven liggen op 1 plek. Dat zou gevolgen kunnen hebben voor de stralingsdosis voor mensen op het eerste onderdek direct onder een stil liggende bron. Het zou dan wellicht mogelijk zijn dat schoppen en slingeren niet leidde tot het loskomen van de bron. In dat geval is het denkbaar dat men de slang heeft vastgepakt op een plaats dichtbij de bron in plaats van de aangenomen afstand van 1,3 meter. Dat zou weer leiden tot een hogere lichaamsdosis en een extra dosis op de hand als men de slang bij de plaats van de bron beetpakt

4.7 Werkomstandigheden en stralingsnivo's bij radiologisch werk

Van de omstandigheden waaronder de proeven plaatsvonden is na 40 jaar niet veel bekend. Met name belangrijk in dit rapport is de vraag in hoeverre (en of) dienstplichtigen en andere betrokkenen werden voorgelicht over de risico's van de straling. En in hoeverre de verantwoordelijken de blootstelling aan straling zo laag mogelijk probeerden te houden.

Er is een publicatie van de Marine⁸³ waarin een aantal veiligheidsmaatregelen wordt uitgelegd en het werk geïllustreerd wordt met foto's. Het verslag noemt 3 basisprincipes: *afstand* houden tot de bron en met lange tangen manipuleren van de bron, zoveel mogelijk *afscherming* zoeken tijdens een experiment (bijvoorbeeld achter grote voorwerpen op het dek) en *snelheid*, d.w.z. zo kort mogelijk in de buurt van de bron komen. Volgens het *Rapport Afschermfactoren Schepen*⁸⁴ uit 1968 diende "het personeel uit een groot deel van het te meten schip te worden geëvacueerd".

Volgens artikel 31 van het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 moet op plaatsen waar radiologisch werk wordt verricht een "goedgekeurde schriftelijke, duidelijk leesbare instructie zijn opgehangen, vermeldende hetgeen door de arbeiders behoort te worden nagekomen of nagelaten in het belang van de veiligheid en ter voorkoming van lichamelijke schade van henzelf of anderen"⁸⁵. Ook volgens Circulaire 2157b moet een commandant ervoor zorgen dat het gebied (gebouw of schip) waarbinnen zich een bron bevindt moet zijn afgezet met waarschuwingbordjes⁸⁶. Volgens een rapport over metingen op de Hr.Ms. "Karel Doorman" werd er

⁸³ "Veiligheidsmaatregelen bij de meting van afschermfactoren", *Technische Publicaties*, Bureau van de Vlagofficier Technische Dienst van de Koninklijke Marine, november 1963

⁸⁴ *Rapport Afschermfactoren Schepen*, G.D. van Grol, NBCD-school Den Helder, januari 1968, p. 3

⁸⁵ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957, staatsblad 116, 1957, artikel 31

⁸⁶ *Voorschriften met betrekking tot radioactieve bronnen en apparaten, die ioniserende stralen uitzenden*, Circulaire voor de Zeemacht 2157b, Beschikking Minister van Defensie, no. 585821/335862, 21 november 1960; art. 87-88

inderdaad volgens deze voorschriften gehandeld⁸⁷. Het is niet bekend of dergelijke instructies zich altijd aan boord van de schepen bevonden. Arbeiders die radiologisch werk verrichten moeten volgens het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 ook “deskundig of voldoende onderricht zijn”⁸⁸.

Of betrokkenen zoals de bronvolger en mensen uit de meetploegen degelijk zijn voorgelicht over het werk dat ze moesten verrichten is de vraag. Ex-matroos van der Blij werd in 1963 ingeschakeld bij het verrichten van metingen op een schip. Volgens hem droegen hij en zijn collega's geen enkele bescherming behalve de filmbadges. Ook werden ze destijds niet voorgelicht over de mogelijke gevaren: “Ik was 21 en ja, het was 1963. In die tijd vroeg je nergens naar, je kunt dat niet vergelijken met de kennis en mondigheid van het militair personeel van tegenwoordig. Maar die meters sloegen wel uit”⁸⁹. Ex-Matroos Kieft, destijds ingeschakeld als bronvolger, bevestigt deze gang van zaken: “Wij waren dienstplichtigen, wij wisten nergens van. We kregen gewoon de opdracht om het uit te voeren. Maar van die ploeg kende ik verder niemand en ik weet nog wel dat erbij gezegd werd dat we er niet over mochten praten”⁹⁰.

Wat betreft extra beschermingsmiddelen wordt bedoeld op het dragen van een loden schort, handschoenen en een veiligheidsbril. Deze zorgen ervoor dat de straling deels wordt geabsorbeerd en de uiteindelijke ontvangen dosis lager uitvalt dan zonder die beschermende middelen. Volgens de Marine waren medewerkers van TNO wel voorzien van die middelen bij de hengelmethode. Het zou dan alleen gaan om degene die de stralingsbron met een hengel moest verplaatsen. Ook bij de slangenmethode zouden de medewerkers van TNO wel beschermende loodschorten hebben gedragen terwijl de matrozen onbeschermd toekeken. Ex-matroos Horstmann zegt daarover: “De man die de kogel met die grijper pakte had onder meer een loden schort en handschoenen, maar wij stonden er allemaal zo bij en de slang werd omhoog gehouden door een matroos. Die TNO-man was nogal onhandig dus die kogel kwam tegen de handen van die matroos aan en op een gegeven moment kletterde de kogel op de kade. Je voelt hem al. Die jongen werd er doodziek van, hij pakt die kogel met zijn blote handen en duwde hem zo de slang in”⁹¹. Het laatste voorval betreft overigens het scenario van de bronpakker.

Volgens het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 moeten arbeiders die radiologische werkzaamheden verrichten minstens een maal per jaar (of minstens een maal per 3 maanden bij een dosis groter dan 1 mSv/week) een geneeskundig onderzoek ondergaan⁹². Dit geldt ook voor arbeiders die formeel geen radiologisch werker zijn maar wel “geregeld vertoeven ter plaatse waar die werkzaamheden worden verricht”⁹³. Ook Circulaire 2157b schrijft geneeskundig onderzoek voor: voordat de werkzaamheden aanvangen, direct na het overschrijden van de toegestane dosis, minimaal eenmaal per jaar en bij het beëindigen van de werkzaamheden. Voor niet radiologisch werk werd een geneeskundig onderzoek alleen voorgeschreven bij een maanddosis van 0,4 mSv⁹⁴.

Het verhaal van ex-matroos Kieft uit paragraaf 4.4, die na een “pikzwart” filmpje met verlof was gestuurd en zich niet meer bij een dokter hoefde te melden voor hij de dienst verliet, is duidelijk in tegenspraak met de voorschriften uit Circulaire 2157b. In het geval van Kieft was na de blootstelling aan een hogere dosis geen sprake van een geneeskundig onderzoek.

Over de praktijk van veiligheidsvoorschriften in andere sectoren waar met radioactieve straling wordt gewerkt halen we de twee volgende voorbeelden aan. Dit doen we om een beeld te schetsen van de maatregelen zoals die op andere plaatsen werden getroffen om de blootstelling aan straling zo laag mogelijk te houden. De twee voorbeelden betreffen het Instituut voor Toepassing voor Atoomenergie in de Landbouw (ITAL) te Wageningen en het Instituut voor Kernfysisch Onderzoek (IKO) te Amsterdam. In beide gevallen heeft de stichting Laka onderzoek gedaan naar de werkzaamheden in deze instellingen. Van deze twee instituten zijn relevante voorschriften dus aanwezig in het archief van Laka⁹⁵.

⁸⁷ *Het bepalen van de afscherming tegen radioactieve straling aan boord van Hr.Ms. “Karel Doorman”; Rapport no. 3, ABCD-school, 8 januari 1962, p. 2*

⁸⁸ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957, Staatsblad 116, 1957, art. 32, lid 3

⁸⁹ “Marinepersoneel meette radio-activiteit”, *Oplinie*, september 1998

⁹⁰ “Ze hadden ons bescherming moeten geven”, *Oplinie*, december 1998

⁹¹ “Vroeger werd er gewoon met je gesold”, *Oplinie*, oktober 1998

⁹² Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957, Staatsblad 116, 1957, art. 28, lid 1

⁹³ Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957, Staatsblad 116, 1957, art. 21, lid 2

⁹⁴ *Voorschriften met betrekking tot radioactieve bronnen en apparaten, die ioniserende stralen uitzenden*, Circulaire voor de Zeemacht 2157b, Beschikking Minister van Defensie, no. 585821/335862, 21 november 1960; art. 62-63

⁹⁵ We hebben mede voor deze twee gekozen omdat relevante stukken aanwezig zijn in het archief. Om redenen van tijd voert het te ver om een grondige vergelijking te maken met andere situaties.

Bij het ITAL waren de laboratoria waar met straling werd gewerkt ingedeeld in 3 klassen, die opliepen in mate van mogelijke stralingsnivo's en risico van besmetting met radioactieve stoffen. In de laagste klasse (wit) was het stralingsnivo beneden de 0,25 mrem/uur (2,5 µSv/uur); in de klasse blauw lag die tussen de 2,5 – 25 µSv/uur; in de hoogste klasse (paars) konden stralingsnivo's boven de 25 µSv/uur voorkomen. Bij de paarse ruimtes konden daarnaast ook eventueel gevaarlijke luchtbesmettingen optreden. Bij alle drie klassen werd aan de ingang op bordjes aangegeven welke klasse het betrof. Voor de verschillende laboratoria waren allerlei voorschriften voor bv. toegang, bezoekers, stralingscontrole, etc⁹⁶.

Bij het IKO kende men blauwe ruimtes (waar geen gevaar voor besmetting was en het stralingsnivo onder de 25 µSv/uur lag), gele ruimtes (met gering gevaar voor besmetting en straling beneden de 25 µSv/uur) en de rode ruimtes (verhoogde kans op besmetting en een stralingsnivo dat boven de 25 µSv/uur uit kon komen). Alle ruimtes waren bij de ingang voorzien van een stralingssymbool en de bewuste klasse. In de rode ruimtes hadden alleen de mensen toegang die daarvoor aangewezen waren. Indien men binnen 8 uur een mogelijke dosis van 0,2 mSv zou kunnen ontvangen moest men naast een filmbadge ook verplicht ook een zogenaamde pendosimeter bij zich dragen⁹⁷. Hoewel deze veiligheidsvoorschriften in 1978 zijn opgesteld werd de indeling naar de 25 µSv/uur nivo's rond 1961 ingevoerd⁹⁸.

In beide gevallen (ITAL en IKO) zien we dus een indeling van de laboratoria in klassen waarbij een limiet van 25 µSv/uur (=0,025 mSv/uur) werden gehanteerd. Hogere stralingsnivo's werden alleen toegelaten in de laboratoriaruimten van de hoogste klasse. Om dit te vergelijken met de experimenten op de schepen geven we de stralingsnivo's (per uur) van een aantal scenario's (zie tabel in paragraaf 2.5) weer in de volgende lijst.

cesiumbron op 1 meter	1,56 mSv/uur
bronvolger	0,6 mSv/uur
regelaar	0,1 mSv/uur
toekijken	0,092 mSv/uur
onderdek	0,036 mSv/uur
ITAL/IKO	0,025 mSv/uur
meterman	0,02 mSv/uur
natuurlijke straling	0,0001 mSv/uur

In deze lijst hebben we de bijzondere scenario's (vorst) en de huiddosis buiten beschouwing gelaten. We zien dat, op een na (de meterman), de stralingsnivo's boven het 0,025 mSv/uur nivo van ITAL/IKO classificatie lagen. Oftewel, dit soort werk had bij instituten als het ITAL en IKO alleen mogen worden uitgevoerd in de laboratoriaruimtes van de hoogste klasse die op de meest strikte voorschriften waren aangewezen.

In het geval van de bronvolger kon betrokkene op een dag 2,4 mSv straling ontvangen. Bij het ITAL en IKO gold voor een dergelijk blootstellingsnivo (meer dan 1 mSv binnen 8 uur) dat het hoofd van de stralingsbeschermingsdienst daar toestemming voor moest geven⁹⁹.

4.8 Week- versus kwartaal/jaarnormen

In de Circulaire 2157b en in het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 zijn de normen uitgedrukt als maximaal te ontvangen dosis per week. Het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1963 gaat uit van kwartaal- en jaarnormen. Bij het toetsen van de verschillende scenario's aan de normen houden we vast aan de tijdsperiode zoals die in de bewuste regelgeving wordt aangehouden. Als de regelgeving bijvoorbeeld een norm stelt van "1 mSv/week" dan kijken we ook of er binnen een week al dan niet meer dan 1 mSv is ontvangen. Defensie toetst in het rapport *Dosisschattingen Personeel KM*¹⁰⁰ een aantal stralingsdoses aan jaarnormen (50 weken maal de weeknorm wordt jaardosislimiet). In onze visie is dat niet terecht. Als er normen zijn opgesteld als weeknormen dan moet de toetsing ook aan die norm worden uitgevoerd.

⁹⁶ *Handboek Stralingsbeschermingsdienst ITAL*, 1 januari 1965

⁹⁷ *Veiligheidsvoorschriften van het Instituut voor Kernfysisch Onderzoek*, J.C. Post, januari 1978

⁹⁸ *Jaarverslag FOM/IKO*, 1961, p.151

⁹⁹ *Handboek Stralingsbeschermingsdienst ITAL*, 1 januari 1965; *Veiligheidsvoorschriften van het Instituut voor Kernfysisch Onderzoek*, J.C. Post, januari 1978

¹⁰⁰ *Dosisschattingen Personeel KM (afschermfactoren KM-schepen)*, L.A. Hennen, Ministerie van Defensie MvD/DICO/MGFB/GGB, november 1999, p. 16

4.9 Stralingsnormen anno 2003

In 1996 werden er nieuwe Europese richtlijnen met basisnormen vastgelegd. Ook Nederland heeft deze normen (per 1 maart 2002) inmiddels overgenomen. Voor radiologisch werk geldt een jaarnorm van 20 mSv en voor de gewone bevolking 1 mSv (lichaamsdosis). Voor de huid, handen, armen en voeten is een dosislimiet van 500 mSv vastgelegd (zie paragraaf 3.4). Daarmee zijn de normen ten opzichte van 1960-1966 verder aangescherpt, voor radiologisch werk globaal met een factor 2,5 en voor burgers met een factor 5. Als de experimenten onder dezelfde omstandigheden als destijds zouden worden uitgevoerd dan zou de toetsing aan de normen er als volgt uitzien:

	stralingsnormen 2002	
	(rad.)	(niet-rad.)
meterman	-	-
bronvolger	+	+
regelaar	+	+
regelaar (extreme vorst)	+	+
regelaar huiddosis	-/+	-/+
bronpakker huiddosis	+	+
onderdek	n.v.t.	+
toekijken	n.v.t.	+
toekijken (extreme vorst)	n.v.t.	+
bronvolger (extreme vorst)a	+	+
bronvolger (extreme vorst)b	+	+

Bij de regelaar is overigens aangenomen dat er minstens 5 schepen zijn onderzocht binnen een jaar. De lichaamsdosis komt dan uit op 20 mSv (voor de huiddosis wordt de norm overschreden bij 8 schepen per jaar). Als de experimenten dus anno 2003 hadden plaats gevonden zouden zowel voor radiologisch werk als voor niet-radiologisch werk de normen in diverse scenario's worden overschreden.

5. CASUS DHR. MEIJER

5.1 Inleiding

Dhr. J.H. Meijer was van 3 oktober 1960 tot 29 juni 1962 als dienstplichtig soldaat geleverd op de marinekazerne in Den Helder. Dhr. Meijer was op de vaste wal werkzaam als torpedomaker in een werkplaats waar onder andere onderhoudswerkzaamheden werden verricht. In 1996 werd hij onderzocht in het Academisch Medisch Centrum (AMC) te Amsterdam voor buikklasten. In januari 1997 werd hij geopereerd, waarbij 17 tumorlocaties werden aangetroffen aan de buitenzijde van de maag, de pancreas en aangrenzend vetweefsel. Dhr. J.H. Meijer is op 15 april 1997 als gevolg van deze kanker overleden.

In de laatste maanden van 1998 verschenen in het blad *Oplinie*, van de militaire vakbond AFMP, bijdragen over de experimenten met de stralingsbronnen. In het september nummer komt een voormalig dienstplichtige aan het woord bij wie zich een vrij zeldzame vorm van kanker heeft ontwikkeld (Ziekte van Kahler). Een door hem geraadpleegde radioloog kon niet helemaal uitsluiten dat blootstelling aan straling de oorzaak van de kanker kan zijn geweest¹⁰¹.

In september 1998 kreeg mw. R.M. Meijer-Timmermans een tweetal publicaties over de experimenten in haar bezit. Het betrof een artikel in het *Parool*¹⁰² en het september nummer van *Oplinie*. Bij het artikel in *Oplinie* is ook een foto geplaatst waarop zij haar echtgenoot herkent. Dhr. Meijer staat op die foto als tweede van rechts, tegen de reling van het schip geleund (zie foto op de voorkant van dit rapport). De foto die is gemaakt bij een experiment op de Hr.Ms. "Venlo" werd in 1963 al geplaatst in een technische publicatie van de marine¹⁰³.

Haar echtgenoot had in het verleden wel eens verteld dat hij betrokken was geweest bij experimenten op schepen waarbij stralingsbronnen werden gebruikt. Met dit verhaal in het achterhoofd rees bij haar de vraag of de ziekte van haar man veroorzaakt kan zijn door straling. Meijer nam vervolgens contact op met de artsen van het AMC die haar man in 1997 behandeld hadden. Een chirurg uit het team dat haar man behandeld had gaf haar het advies om het overlijden van haar man te melden bij de Inspectie voor de Volksgezondheid Noord-Holland en de Koninklijke Marine. Dit vanwege de bijzondere aard van de aangetroffen tumoren¹⁰⁴ en de mogelijke relatie met straling. Mw. Meijer heeft op 20 november 1998 beide instanties ingelicht¹⁰⁵.

Naar aanleiding van de publicaties in *Oplinie* had het ministerie van Defensie een centraal meldpunt opgezet. Bij dit meldpunt van de Arbodienst van de marine bleken zich tot december 1998 5 betrokkenen te hebben gemeld met kanker evenals de nabestaanden van 5 anderen die inmiddels overleden waren¹⁰⁶.

Het is niet bekend bij welke werkzaamheden en op welke schepen dhr. Meijer precies aanwezig was. Wel is uit de gepubliceerde foto gebleken dat hij bij een experiment op de Hr.Ms. "Venlo" betrokken was. Dhr. Meijer was reeds overleden toen de artikelen in *Oplinie* (en andere bladen) in 1998 werden gepubliceerd en kon daar dus zelf geen duidelijkheid meer over geven. In ieder geval heeft hij in het verleden wel verteld dat hij bij een dergelijk experiment op een schip werd ingeschakeld om de sloten te openen van benedendekse ruimtes. Of hij andere werkzaamheden dan benedendeks heeft verricht is onbekend.

In dit hoofdstuk komt de vraag aan de orde bij welke experimenten dhr. Meijer aanwezig kan zijn geweest (paragraaf 5.2) en welke stralingsdosis hij daarbij kan hebben ontvangen (paragraaf 5.3). Of er daarbij mogelijk normen zijn overtreden komt in paragraaf 5.4 aan de orde. De mogelijke invloed die de discussiepunten hebben zoals die in hoofdstuk 4 zijn omschreven komt in paragraaf 5.5 aan bod. In elke paragraaf zal eerst worden ingegaan op hetgeen in de hoofdstukken 2 t/m 4 is beschreven. In paragraaf 5.6 vatten we de casus Meijer samen met een aantal conclusies.

¹⁰¹ "Marinepersoneel meette radio-activiteit", *Oplinie*, september 1998

¹⁰² "Personeel Marine proefkonijn straling", *Parool*, 11 september 1998

¹⁰³ "Veiligheidsmaatregelen bij de meting van afschermfactoren", *Technische Publicaties*, Bureau van de Vlagofficier Technische Dienst van de Koninklijke Marine, november 1963

¹⁰⁴ Volgens de artsen was de kanker van dhr. Meijer van een bijzondere soort die niet veel voor zou komen.

¹⁰⁵ Email mw. Meijer-Timmermans, 17 februari 2003

¹⁰⁶ "Arbo & Medezeggenschap", *Oplinie*, december 1998

5.2 Schepen

Om een antwoord te kunnen geven op de vraag hoeveel straling dhr. Meijer heeft kunnen ontvangen is het in eerste instantie nodig te weten aan hoeveel experimenten (en op welke schepen) hij heeft meegewerkt. Deze vraag is niet eenvoudig te beantwoorden. Bekend is dat dhr. Meijer van oktober 1960 t/m juni 1962 in dienst is geweest en in die periode moet zijn ingezet bij één of meerdere experimenten. In hoofdstuk 2 (paragraaf 2.2) is ingegaan op de schepen die zijn gebruikt. Voor de Hr.Ms. “De Ruyter” is bekend dat het eindrapport over een eerste experiment is gedateerd op juli 1960 en dus dat dhr. Meijer daarbij niet aanwezig kan zijn geweest. Het eerste experiment op de Hr.Ms. “Karel Doorman” heeft plaatsgevonden op 19, 20 en 21 december 1961. Deze dagen vallen dus binnen de diensttijd van dhr. Meijer zodat hij bij dit experiment betrokken kan zijn geweest. Een experiment op de Hr.Ms. “Overijssel” heeft pas plaats gevonden in april 1965 of mei 1966. Omdat dit ver na de diensttijd van dhr. Meijer is kan hij daar niet bij aanwezig zijn geweest.

Voor de andere schepen die in de beschikbare documenten genoemd worden is het moeilijker om aan te geven of dhr. Meijer daarbij aanwezig kan zijn geweest. In een eerste reconstructie (zie paragraaf 2.2) lijkt het erop dat de experimenten op de Hr.Ms. “Noord-Brabant”, de Hr.Ms. “Drenthe” en de Hr.Ms. “Dubois” zijn uitgevoerd ná de beschikking van de Minister van Defensie d.d. 20 juni 1960 voor het inschakelen van het RVO-TNO. Die experimenten zouden dan waarschijnlijk pas enige tijd later daadwerkelijk hebben kunnen plaats vinden¹⁰⁷. In diezelfde beschikking werden ook een tweede serie experimenten met assistentie van RVO-TNO toegestaan op de Hr.Ms. “Karel Doorman” en de Hr.Ms. “De Ruyter”. De experimenten op de Hr.Ms. “Panter”, de Hr.Ms. “Onbevreesd” en de Hr.Ms. “Venlo” lijken een vervolg te zijn op een verzoek dat d.d. 9 november 1962 aan de minister werd gedaan. Aangezien dhr. Meijer tot 29 juni 1962 in dienst was lijken al deze experimenten dus ná zijn diensttijd te hebben plaats gevonden. Dit lijkt echter niet te kloppen.

Uit de foto van dhr. Meijer die werd gemaakt bij een experiment op de Hr.Ms. “Venlo” moet worden geconcludeerd dat:

- de Hr.Ms. “Venlo” is onderzocht **vòòr het officiële verzoek** d.d. 9 november 1962 om het RVO-TNO in te schakelen bij de metingen; of
- er eerder (tijdens de diensttijd van dhr. Meijer) **nog een experiment** op de Hr.Ms. “Venlo” heeft plaats gevonden (naast een experiment dus van ná 9 november 1962 waarbij het RVO-TNO assisteerde).

Het eerste geval lijkt minder waarschijnlijk omdat men dan een experiment heeft uitgevoerd met assistentie van het RVO-TNO en daar pas maanden later officieel een verzoek voor heeft ingediend. Logischer is het dat er onder eigen beheer een experiment op de Hr.Ms. “Venlo” heeft plaats gehad tijdens de diensttijd van dhr. Meijer, net als het eerste experiment onder eigen beheer op de Hr.Ms. “Karel Doorman”. Pas later kwamen dan het besluit uit juni 1962 en het verzoek uit november 1962 om bij experimenten op bepaalde schepen het RVO-TNO in te schakelen. Mocht de Hr.Ms. “Venlo” inderdaad onder eigen beheer zijn onderzocht dan kan dit in eerste instantie ook zijn gedaan op andere schepen.

Dhr. Meijer is dus **zeker bij één experiment** betrokken geweest (op de Hr.Ms. “Venlo”). De genoemde foto is daarvan het bewijs. Daarnaast zou hij ook bij **een aantal andere experimenten** betrokken kunnen zijn geweest: -uit de foto blijkt dat hij aanwezig was bij een experiment op de Hr.Ms. “Venlo”, waarschijnlijk in eigen beheer door de marine.

- het eerste experiment op de Hr.Ms. “Karel Doorman” (december 1961) vond plaats tijdens zijn diensttijd
- mogelijk zijn ook andere schepen (al dan niet onder eigen beheer) onderzocht voor het einde van de diensttijd van dhr. Meijer (juni 1962). De beschikbare documenten geven geen definitief uitsluitsel hierover. Het is niet meer mogelijk de exacte data te achterhalen¹⁰⁸.

¹⁰⁷ Brief Commandant der Zeemacht aan commandant van de marinekazerne te Den Helder, datum onbekend. Brief betreft antwoord op verzoek d.d. 9 juli 1962 om personeel van RVO-TNO van eten te voorzien op de kazerne. Het lijkt er dus op dat de afwikkeling na de beschikking van de minister enige weken in beslag nam.

¹⁰⁸ Het volgende werd reeds in een voetnoot in paragraaf 2.2 beschreven over de mogelijkheid van het versneld uitvoeren van een aantal experimenten --- Mogelijk heeft de oorlog in Nederlands Nieuw-Guinea invloed gehad op de planning rond de experimenten. In januari 1962 begon het Indonesische leger met een aanval op Nederlandse marineschepen. Op 28 maart 1962 werd begonnen met het sturen van extra schepen naar het gebied en in augustus 1962 bevonden zich een tiental fregatten en duikboten in de regio. Op 18 augustus 1962 volgde een staakt het vuren tussen Nederland en Indonesië. Op 1 oktober 1962 volgde de soevereiniteitsoverdracht aan de Verenigde Naties. Bron: *Jaarboek voor de Koninklijke Marine*, 1962. Ook de voormalige Sovjet-Unie had in het conflict actief betrokken kunnen worden. Volgens voormalige Russische leger- en marineofficieren zouden de Sovjetroepen op het punt gestaan hebben om het Nederlandse leger aan te vallen en Indonesië bij te staan. Daarbij stonden de Verenigde Staten weer aan de zijde van de Nederlanders. Bron:

5.3 Stralingsdosis

De uiteindelijk ontvangen stralingsdosis wordt bepaald door het aantal experimenten waaraan is meegewerkt en het soort werkzaamheden die tijdens een experiment werden uitgevoerd. Wat betreft het aantal experimenten hebben we in de vorige paragraaf geconcludeerd dat dhr. Meijer bij twee of meer experimenten betrokken kan zijn geweest. Wat betreft het soort werkzaamheden is bekend dat dhr. Meijer in ieder geval op een schip aanwezig is geweest om benedendeks deuren te openen voor de meetploeg. Het is echter ook mogelijk dat hij is ingeschakeld voor andere werkzaamheden. In hoofdstuk 2 (paragraaf 2.5) zijn een aantal scenario's opgesomd met de daarbij uitgerekenende stralingsdoses waaraan men kan zijn blootgesteld.

Kijken we terug naar die scenario's dan kunnen we een aantal ervan uitsluiten voor dhr. Meijer. Het kan worden uitgesloten dat hij het werk van de *regelaar* verrichtte. Deze persoon was immers belast met het manipuleren van de bron en was afkomstig van de NBCD-school. Alle scenario's van de regelaar zijn dan ook niet van toepassing op dhr. Meijer. Ook het scenario van de *bronpakker* achten we niet toepasbaar op dhr. Meijer. Deze situatie (het met de blote hand beetpakken van een bron) is beschreven voor een experiment dat waarschijnlijk in 1963 heeft plaatsgevonden¹⁰⁹. Alle andere scenario's kunnen dus van toepassing zijn voor de casus Meijer. Voor de precieze berekening en verantwoording daarvoor verwijzen we naar paragraaf 2.5.

Meterman: aangezien bekend is dat dhr. Meijer deuren heeft geopend voor de meetploeg zou hij eenzelfde stralingsdosis kunnen hebben opgelopen als in het scenario van de *meterman*. Voor één schip is de totale ontvangen dosis dan 0,8 mSv¹¹⁰.

Bronvolger: voor het werk van de *bronvolger* werden dienstplichtige soldaten ingeschakeld. Dhr. Meijer zou dit werk ook kunnen hebben uitgevoerd. De dosis die een bronvolger per schip ontvangen heeft bedraagt 24 mSv en kan oplopen tot 27,1 mSv in geval van overlast door vorst.

Onderdek: indien dhr. Meijer zich gedurende alle metingen op een schip heeft opgehouden op het eerste onderdek zal de ontvangen stralingsdosis 1,4 mSv bedragen.

Toekijken: indien dhr. Meijer heeft staan toekijken bij het inbrengen en verwijderen van de bron in de slang (bij alle metingen op een schip) zal de dosis 3,7 mSv bedragen. Bij strenge vorst zal de dosis per schip 4,9 mSv bedragen omdat het manipuleren van de bron onder de moeilijke omstandigheden langer duurde.

Onbekende scenario's: in paragraaf 2.5 is overigens ook nog ingegaan op onbekende scenario's. Zo werd daar onder andere ingegaan op onzekerheden die een rol spelen bij een lange periode van strenge vorst of een extreem scenario waarin een bron onbeheerd werd achtergelaten. Hiervoor kunnen geen berekeningen van de opgelopen stralingsdosis worden gemaakt.

De totale stralingsdosis die dhr. Meijer tijdens zijn diensttijd zal hebben ontvangen als gevolg van de experimenten op schepen hangt dus af van het aantal schepen en het soort werk dat hij heeft verricht. We vatten het samen in de volgende tabel:

	1 schip	2 schepen	meer schepen (X)
meterman	0,8 mSv	1,6 mSv	X maal 0,8 mSv ¹¹¹
bronvolger	24-27,1 mSv	48-54,2 mSv	X maal 24-27,1 mSv
onderdek	1,4 mSv	2,8 mSv	X maal 1,4 mSv
toekijken	3,7-4,9 mSv	7,4-9,8 mSv	X maal 3,7-4,9 mSv

Volkscrant, 10 februari 1999. Het is dus waarschijnlijk dat de Nederlandse marine in het uiterste geval rekening hield met de mogelijkheid van het gebruik van kernwapens door de Sovjet-Unie en/of de VS. Het aanstaande conflict rond Nieuw-Guinea zou dan begin 1962 een rol kunnen hebben gespeeld bij het plannen van de stralingsexperimenten. Men wilde immers onderzoeken hoe de bemanning tegen de straling na een kernaanval beschermd kon worden. Wellicht zijn er kort voor het uitzenden van schepen nog een aantal experimenten versneld uitgevoerd.

¹⁰⁹ "Vroeger werd er gewoon met je gesold", *Oplinie*, oktober 1998; De beschrijving die ex-matroos Horstmann geeft over het experiment verwijst naar de winter van de Elfstedentocht waarin Reinier Paping won. Dat was op 18 januari 1963.

¹¹⁰ Daarbij gaan we ook in de volgende alinea's uit van het gebruik van een 20 GBq cesium-137 bron en 40 experimenten gedurende twee weken op een schip.

¹¹¹ Bij 4 schepen zou de dosis dus 4 maal 0,8 = 3,2 mSv bedragen.

Er zijn natuurlijk ook combinaties mogelijk als er op verschillende schepen verschillende soorten werk zijn uitgevoerd door dhr. Meijer. Zo kan hij op het ene schip hebben gewerkt als bronvolger en was bijvoorbeeld bij een tweede schip het scenario toekijken van toepassing. In dat geval moeten de verschillende relevante scenario's bij elkaar worden opgeteld.

5.4 Stralingsnormen

Na een inschatting te hebben gemaakt hoeveel straling dhr. Meijer ontvangen zou kunnen hebben komt de vraag aan de orde of bij die doses de toen geldende normen werden overschreden. In hoofdstuk 3 is ingegaan op de normen die ten tijde van de experimenten werden gehanteerd. Wij gaan er bij dhr. Meijer vanuit dat hij niet kan worden aangemerkt als radiologisch werker. Op de eerste plaats was hij torpedomaker, wat geen "radiologisch" werk is. In de tweede plaats werd hij incidenteel ingezet om bij de experimenten te helpen; bij een radiologisch werker moeten we eerder denken aan iemand die voor een langere periode voor werken met radioactieve stoffen wordt aangewezen. In de derde plaats is nergens uit gebleken dat hij door Defensie officieel was aangewezen om regelmatig met radioactieve bronnen te werken¹¹². Volledigheidshalve gaan we in de volgende paragraaf nog wel in op normen voor radiologisch werk.

geldende normen

Aangezien dhr. Meijer in dienst was van 3 oktober 1960 tot 29 juni 1962 gaan we ervan uit dat tijdens zijn diensttijd de volgende regels van toepassing waren (zie voor verdere uitleg over deze normen paragraaf 3.2 t/m 3.4):

-Circulaire 2157b voor de Zeemacht, die van kracht was van 21 november 1960 tot 4 augustus 1966¹¹³. Voor radiologisch werk gold daarin een limiet van 1 mSv/week¹¹⁴. Voor niet radiologisch werk werd verwezen naar het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957.

-Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957, dat tot 31 maart 1963 van kracht was. Daarin gold voor radiologisch werk een norm van 3 mSv/week en bij niet-radiologisch werk 0,3 mSv/week.

-Euratomrichtlijn 1959, die op 2 februari 1959 was vastgesteld. Daarin geldt voor radiologisch werk een kwartaalnorm van 30 mSv (en 50 mSv/jaar). Voor niet-radiologisch werk waarbij men zich in gecontroleerde zones moet begeven geldt een norm van 15 mSv per jaar¹¹⁵ en voor gewoon niet-radiologisch werk een norm van 5 mSv per jaar.

scenario's

Als dhr. Meijer heeft meegelopen met de meetploeg (*meterman*) op een schip zal zijn stralingsdosis 0,8 mSv bedragen. Omdat een schip in twee weken tijd werd onderzocht zal de weekdosis dan 0,4 mSv zijn. Voor Circulaire 2157b geldt voor niet-radiologisch werk de norm uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957. Aangezien die norm is gesteld op 0,3 mSv/week zal deze norm dus overschreden worden. Euratomrichtlijn 1959 stelt een jaarnorm van 5 mSv voor niet-radiologisch werk. Deze norm wordt pas overschreden als hij als meterman (of meeloper) meewerkte op 7 of meer schepen (7 maal 0,8 = 5,6 mSv).

Indien dhr. Meijer heeft gewerkt als *bronvolger* bij de experimenten op een schip zal zijn stralingsdosis 24 tot 27,1 mSv bedragen per schip. Per week bedraagt de stralingsdosis dan tussen de 12 en 13,6 mSv. De weeknormen (zowel voor radiologisch als niet-radiologisch werk) uit de Circulaire 2157b en het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 worden daarmee overschreden. De Euratomrichtlijn 1959 norm voor niet-radiologisch werk ligt op 5 mSv/jaar en voor niet-radiologisch werk waar men toch gecontroleerde zones moet betreden op 15 mSv/jaar. Deze beide normen werden in dat scenario dus overschreden.

In het scenario waarbij dhr. Meijer zich tijdens de experimenten op een schip heeft opgehouden op het eerste *onderdek* zal de stralingsdosis 1,4 mSv bedragen, met een weekdosis van 0,7 mSv. Voor Circulaire 2157b geldt voor niet-radiologisch werk de norm uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957. Aangezien die norm is gesteld op 0,3 mSv/week zal deze norm dus overschreden worden. Euratomrichtlijn 1959 stelt een jaarnorm van

¹¹² Circulaire 2157b van de Zeemacht geeft daarvoor enige regels; zie ook paragraaf 3.6, 2e alinea.

¹¹³ Gezien de feiten die bekend zijn nemen we niet aan dat in de eerste 2 maanden van zijn diensttijd experimenten uitgevoerd zijn (zie paragraaf 2.2).

¹¹⁴ Voor niet-radiologisch werk gelden de regels uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957.

¹¹⁵ In het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 geldt deze norm als beperking van de dosis moeilijk of bezwaarlijk is. In de Euratomrichtlijn wordt gesproken over: "uit hoofde van hun werkzaamheden van tijd tot tijd in de gecontroleerde zone bevinden".

5 mSv voor niet-radiologisch werk. Deze norm werd overschreden als hij zich bij de experimenten op 4 of meer schepen ophield op het eerste onderdek (4 maal $1,4 = 5,6$ mSv).

Als dhr. Meijer heeft staan kijken bij het inbrengen en verwijderen van de bron in en uit de slang (*toekijken*) zal de stralingsdosis 3,7 tot 4,9 mSv per schip bedragen. Per week is dat 1,9-2,5 mSv. Voor Circulaire 2157b geldt voor niet-radiologisch werk de norm uit het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957. Aangezien die norm is gesteld op 0,3 mSv/week zal deze norm dus ook in dit scenario overschreden worden. Euratomrichtlijn 1959 stelt een jaarnorm van 5 mSv voor niet-radiologisch werk. Deze norm werd overschreden als hij bij de experimenten op 2 of meer schepen heeft toegekeken (2 maal $3,7 = 7,4$ mSv).

regelgeving

Omdat we dhr. Meijer beschouwen als niet-radiologisch werker kunnen we concluderen dat in alle beschreven scenario's de normen volgens de Circulaire 2157b en het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 werden overschreden. De norm voor niet-radiologisch werk lag immers op 0,3 mSv per week en in alle scenario's lag de blootstelling daarboven. Zou men, om wat voor reden dan ook, dhr. Meijer toch beschouwen als radiologisch werker dan zou in het geval van bronvolger en toekijken de norm voor radiologisch werk (1 mSv/week) worden overschreden onder de Circulaire 2157b. Voor het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 lag de norm voor radiologisch werk op 3 mSv/week. Daar werd de norm alleen voor het scenario bronvolger overschreden. Wat betreft niet-radiologisch werk en de Euratomrichtlijn 1959 (norm 5 mSv/jaar) zal dit vooral afhangen van het aantal schepen waaraan is meegewerkt. Alleen in het geval van de bronvolger werd de norm al bij 1 schip overschreden. In de andere gevallen werd de 5 mSv/jaar norm overschreden bij 2 (toekijken), 4 (onderdek), 7 (meterman) of meer schepen per jaar.

5.5 Discussiepunten

In hoofdstuk 4 zijn een aantal discussiepunten naar voren gebracht die van invloed kunnen zijn op: a) de stralingsdosis die is ontvangen; b) de vraag of normen zijn overschreden en c) enkele andere punten die van belang zijn in de casus Meijer. In deze paragraaf gaan we daar verder op in.

sterkere cobaltbron

In paragraaf 5.3 en 5.4 is bij de berekeningen uitgegaan van het gebruik van een 20 GBq cesiumbron of een 700 MBq cobaltbron. Voor experimenten op de Hr.Ms. "Venlo" en de Hr.Ms. "Karel Doorman" (en mogelijk op andere schepen) is ook gebruik gemaakt van een 7000 MBq cobaltbron (zie paragraaf 4.2). Het gebruik van een sterkere cobaltbron heeft gevolgen voor de stralingsdosis die men daarbij ontvangt. In het geval van dhr. Meijer komen we dan tot de volgende stralingsdosis per schip:

	7000 MBq cobalt-60 (1 schip) weekdosis	
meterman	1,2 mSv	0,6 mSv
bronvolger	34-38 mSv	17-19 mSv
onderdek	2,1 mSv	1,1 mSv
toekijken	5,2-6,9 mSv	2,6-3,5 mSv

Aangezien de weekdosis voor het scenario *meterman* 0,6 mSv bedraagt zal ook in dit geval de normen voor niet-radiologisch werk uit Circulaire 2157b en dus het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 worden overschreden. De Euratomrichtlijn 1959 jaarnorm voor niet-radiologisch werk (5 mSv) werd nu al bij 5 schepen overschreden (5 maal $1,2 = 6$ mSv).

De opgelopen dosis voor de *bronvolger* is bij de sterkere cobaltbron zoveel hoger dat behalve de eerder aangegeven normoverschreidingen nu ook de kwartaalnorm voor radiologisch werker (30 mSv) uit Euratomrichtlijn 1959 is overschreden na het meewerken op 1 schip.

In het *onderdek* scenario zal met een weekdosis van 1,1 mSv wederom de normen voor niet-radiologisch werk uit de Circulaire 2157b en het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 zijn overschreden. De Euratomnorm voor niet-radiologisch werk wordt nu bij 3 of meer schepen overschreden.

Bij het *toekijken* bedraagt de weekdosis nu 2,6-3,5 mSv. Ook hier geldt weer het overschrijden van de weeknormen voor niet-radiologisch werk volgens Circulaire 2157b en het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen

1957. De jaarnorm (5 mSv) voor niet-radiologisch werk uit de Euratomrichtlijn 1959 is al na 1 schip (5,2-6,9 mSv) overschreden.

Bij het gebruik van een sterkere cobaltbron worden de normen voor niet-radiologisch werk onder Circulaire 2157b en het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957 net als in paragraaf 5.4 overschreden. Wat betreft niet-radiologisch werk volgens Euratomrichtlijn 1959 geldt dat overschrijding eerder (dus bij minder schepen) zal plaats vinden, omdat de opgelopen dosis bij een sterkere cobaltbron hoger uitvalt.

hengelmethode

In paragraaf 4.3 werd aangegeven dat bekend is dat de hengelmethode in december 1961 is ingezet bij het werk op de Hr.Ms. “Karel Doorman”. Reden daarvoor waren problemen met de slangenmethode. In een tweede experiment op de Hr.Ms. “Karel Doorman” werd de hengelmethode ook gebruikt voor de metingen op de voorlift, naast het eiland en op het A-dek. Hieruit trekken we de conclusie dat deze delen van het schip vanwege de vormen niet geschikt waren voor de slangenmethode. Mogelijk is er dus op andere schepen vanwege gelijke redenen ook plaatselijk gewerkt met de hengelmethode. Bij het experiment in december 1961 op de Hr.Ms. “Karel Doorman” zou dhr. Meijer aanwezig kunnen zijn geweest. Ook zou hij aanwezig kunnen zijn geweest bij de hengelmethode op andere schepen. Over de hengelmethode is zo weinig bekend dat hier geen stralingsberekeningen voor gemaakt konden worden. Zo is bijvoorbeeld niet bekend hoeveel uur een experiment met de hengelmethode kostte. Het is dus onbekend welke dosis dhr. Meijer hierbij opgelopen kan hebben als hij betrokken was bij experimenten volgens de hengelmethode.

registratie ontvangen stralingsdosis

Ook voor dhr. Meijer geldt dat er geen gegevens meer aanwezig zijn over de stralingsdosis die hij destijds heeft ontvangen. Geen van de uitslagen van de filmbadges van betrokkenen zijn nog beschikbaar (zie ook paragraaf 4.4). Op de foto van dhr. Meijer bij een experiment op de Hr.Ms. “Venlo” is overigens te zien dat hij daar geen filmbadge draagt. De groepsfoto is overigens genomen vóór of ná het experiment en de bron is ook niet zichtbaar op de foto. Wel dragen de anderen op de foto hun filmbadge. Aangezien dhr. Meijer op deze foto een grote sleutelbos in zijn hand heeft zou het kunnen dat dit een experiment was waar hij werd ingeschakeld om de deuren van de onderdekse ruimtes te openen. Als hij dit heeft gedaan tijdens het meten zou hij echter wel verplicht zijn geweest een filmbadge te dragen. Uit de foto valt echter niet af te leiden of hij wel of niet een filmbadge heeft gedragen tijdens het experiment.

meewerken aan meerdere experimenten

Het meewerken aan de experimenten op meer dan 1 schip kwam aan de orde in paragraaf 4.5 en is voor de casus Meijer al behandeld in paragraaf 5.3 en 5.4.

het vorstscenario

In de berekeningen voor situaties waarbij de experimenten gehinderd werden door strenge vorst is rekening gehouden met 1 vorstdag waarbij er op die dag maar 2 experimenten konden worden uitgevoerd die elk 3 uur duurden (zie paragraaf 2.5). In paragraaf 4.6 werd ook gewezen op de mogelijkheid van meerdere vorstdagen achter elkaar. Als we rekening houden met meer dan 1 vorstdag zal de stralingsdosis voor alle scenario's hoger uitvallen. Voor de scenario's bronvolger en toekijken werd al een berekening gemaakt voor de langere duur van blootstelling tijdens een vorstdag. Tijdens het experiment op de Hr.Ms. “Karel Doorman” (19-21 december 1961) werd door het KNMI in Den Helder een dagtemperatuur van 5,6-6,6 graad celcius gemeten¹¹⁶. Als dhr. Meijer bij dat experiment aanwezig was hoeft er geen rekening te worden gehouden met het vorstscenario. Voor de andere schepen is het onduidelijk of vorstdagen daarin een rol hebben gespeeld.

werkomstandigheden

Een aantal betrokkenen bij de experimenten heeft in de publicaties uit 1998 verslag gedaan van de werkomstandigheden tijdens de experimenten (zie paragraaf 4.7). Zo werd er gesproken over een slechte voorlichting, het opleggen van een spreekverbod en het ontbreken van beschermende kleding. Het valt niet uit te sluiten dat dit soort gebrekkige omstandigheden zich ook hebben voorgedaan toen dhr. Meijer bij een experiment aanwezig was. De publicaties met getuigenissen zijn pas verschenen in 1998 toen dhr. Meijer reeds overleden was. Het was dus niet meer mogelijk hem daarover te raadplegen.

week- versus kwartaal/jaarnormen

In paragraaf 4.8 werd aangegeven dat in dit rapport wordt vastgehouden aan de normen zoals die in de bewuste regelgeving is vastgelegd. Ook voor de casus Meijer is onderscheid gemaakt tussen het toetsen aan weeknormen

¹¹⁶ www.knmi.nl

(Circulaire 2157b en Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957) en kwartaal/jaarnormen (Euratomrichtlijn 1959).

stralingsnormen anno 2003

Per 1 maart 2002 is de norm voor niet-radiologisch werk vastgesteld op 1 mSv per jaar (zie paragraaf 4.9). Dit zou betekenen dat als dhr. Meijer anno 2003 aan dergelijke experimenten had meegewerkt deze norm bij de scenario's bronvolger, onderdek en toekijken al bij 1 schip werden overschreden. Voor het scenario meterman zou dat het geval zijn bij het meewerken aan 2 schepen. Voor het scenario bronvolger zou het zelfs zo zijn dat na twee metingen (een halve werkdag) deze norm al zou zijn overschreden.

5.6 Conclusies

-Omdat dhr. Meijer reeds is overleden en de beschikbare documenten geen volledig beeld hebben kunnen geven over de experimenten is het onbekend bij welke experimenten hij aanwezig is geweest en wat voor werk hij daar precies gedaan heeft.

-Uit de beschikbare documentatie blijkt wel dat hij ten tijde van het eerste experiment op de Hr.Ms. "Karel Doorman" (december 1961) in dienst zat. Daarnaast bestaat er een foto van hem bij een experiment op de Hr.Ms. "Venlo". Van de overige schepen is de exacte datum van de experimenten niet precies te achterhalen. Dhr. Meijer is dus zeker bij één experiment betrokken geweest (op de Hr.Ms. "Venlo"). Daarnaast kan hij ingezet zijn bij een onbekend aantal andere experimenten.

-Voor dhr. Meijer zijn de blootstellingsscenario's *meterman*, *bronvolger*, *onderdek* en *toekijken* van toepassing.

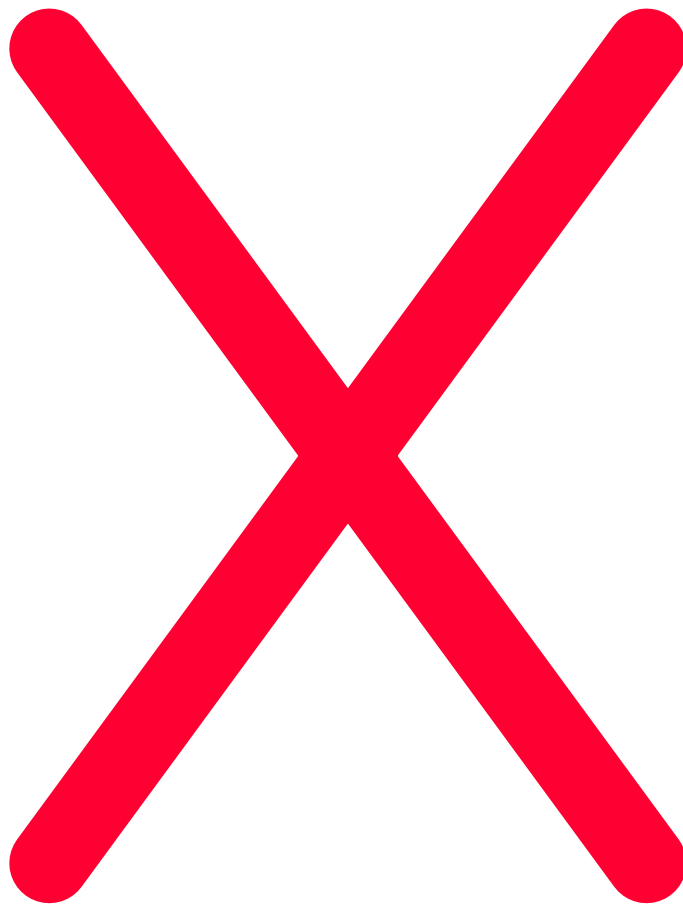
-Aangezien dhr. Meijer alleen kan worden beschouwd als niet-radiologisch werker gold voor hem een weeknorm van 0,3 mSv volgens de Circulaire 2157b en het Veiligheidsbesluit ioniserende stralen 1957. In alle vier scenario's werd die norm overschreden. Of de Euratomrichtlijn 1959 norm (5 mSv/jaar) werd overschreden hangt af van het soort werk en het totaal aantal schepen waarop hij werd ingezet.

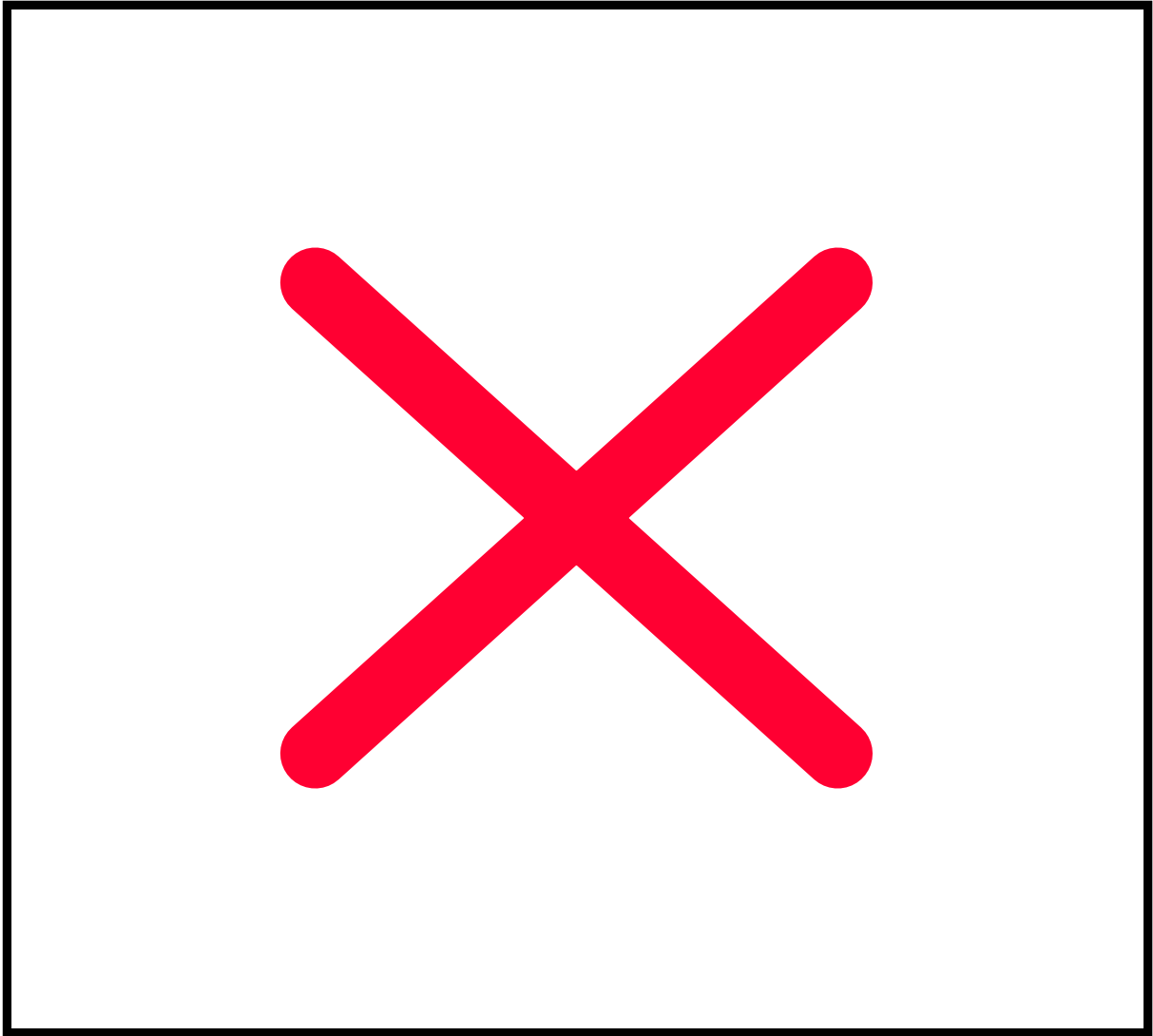
-Bij het gebruik van een sterkere cobaltbron zal de ontvangen stralingsdosis hoger zijn geweest. De Euratomrichtlijn 1959 norm werd in dat geval al bij minder schepen overschreden.

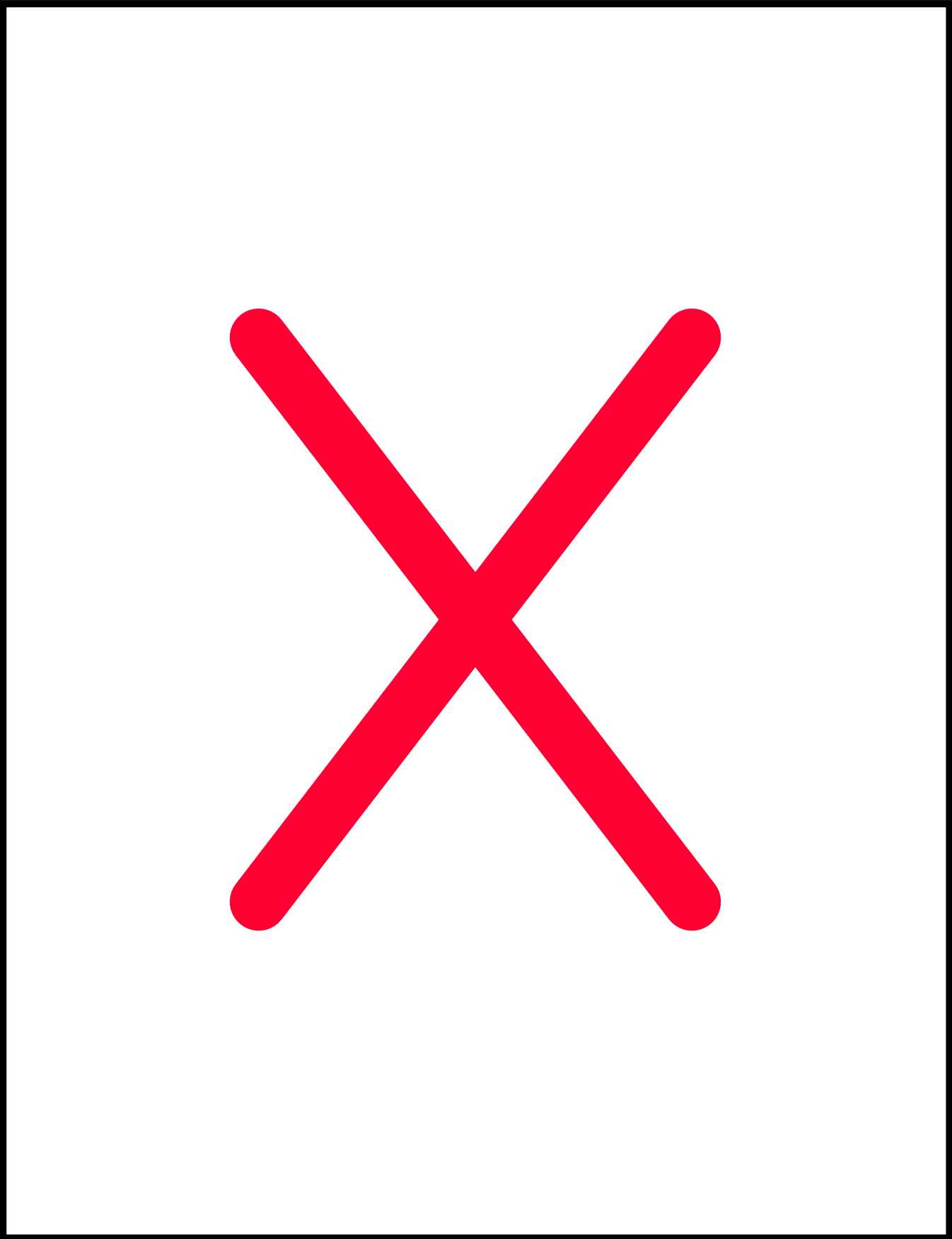
-Over de hengelmethode is te weinig bekend om daar verdere berekeningen voor te maken. Bij het eerste experiment op de Hr.Ms. "Karel Doorman" is de hengelmethode ingezet. Mogelijk is deze methode ook gebruikt bij andere experimenten waarbij dhr. Meijer betrokken was.

-De exacte dosis straling die dhr. Meijer heeft ontvangen is niet meer te achterhalen omdat er geen gegevens uit dosisregistraties meer beschikbaar zijn.

Bijlage 1: Verzoek Wet Openbaarheid van Bestuur







Bijlage 3: FINANCIËLE COMPENSATIE IN DE VS EN ENGELAND

Inleiding

In de Verenigde Staten en Engeland bestaat er wetgeving voor financiële compensaties aan ex-dienstplichtigen en beroepssoldaten (of nabestaanden van) die ziek zijn geworden of zijn overleden en in hun werk zijn blootgesteld aan straling. Omdat beide landen testen hebben uitgevoerd met kernwapens zijn er grote groepen militairen blootgesteld aan straling tijdens deze kernproeven. Daarnaast waren militairen en andere werknemers betrokken bij stralingswerkzaamheden in diverse kernwapenfabrieken. Van een aantal betrokkenen gaat men er vanuit dat deze door het werken met straling ziek zijn geworden of zijn overleden. Via wetgeving in beide landen is geregeld wanneer men in aanmerking kan komen voor een schadevergoeding van de overheid.

Het Nederlandse leger is niet betrokken geweest bij deze kernproeven en had ook geen fabrieken of onderzoekscomplexen waar op grote schaal met straling is gewerkt. Specifieke regelgeving voor schadevergoedingen aan mogelijke stralingsslachtoffers zoals die in de twee genoemde landen bestaat is er dus niet. In het kader van de casus van dhr. Meijer is besloten een kort onderzoek te doen naar de compensatieprogramma's in de VS en Engeland. In deze bijlage wordt een beschrijving gegeven van deze programma's en de voorwaarden waaronder slachtoffers of nabestaanden een schadevergoeding kunnen ontvangen. Daarbij komt ook de vraag aan de orde of mw. Meijer-Timmermans in aanmerking was gekomen voor een dergelijke financiële compensatie indien haar echtgenoot in het Amerikaanse of Britse leger had gediend.

Voor dit onderzoek is onder andere gebruik gemaakt van informatie die te vinden is via de internetsites van het U.S. Department of Veteran Affairs (www.va.gov), de Veterans Agency van het Britse ministerie van Defensie (www.veterans.agency.mod.uk) en van belangenorganisaties van ex-veteranen. Over de compensatieprogramma's in de VS is tevens informatie ontvangen van Rosalie Bertell, internationaal bekend vanwege haar publicaties op het gebied van straling. Voor een uitleg over de regelgeving in Engeland werd informatie toegestuurd door Sue Roff, deskundige op het gebied van kernproeven en Britse veteranen en werkzaam op het Center for Medical Education van de University of Dundee.

Verenigde Staten

Op 15 oktober 1990 werd in het Amerikaanse Congres de Radiation Exposure Compensation Act (RECA) aangenomen. Deze wet voorziet in schadevergoedingen aan ex-werknemers (**burgers**, maar in sommige gevallen ook ex-militairen) die aan bepaalde kankersoorten of andere ziektes lijden die het gevolg kunnen zijn geweest van blootstelling aan straling. Met name werknemers die betrokken waren bij kernwapentesten en in de uraniummijnbouw konden daarmee in aanmerking komen voor een vergoeding. Na lange discussies werd de groep slachtoffers die in aanmerking komen voor compensatie in 2000 uitgebreid met andere werkzaamheden die risicovol waren en een aanvullende lijst kankersoorten die zijn erkend als (mogelijk) stralingsgerelateerd. Om in aanmerking te komen moet men in principe aan twee criteria voldoen: blootstelling aan straling én lijden aan een door de wet erkende ziekte.

Een ex-werknemer van een uraniummijn komt in aanmerking voor een financiële compensatie van \$100.000 als hij tussen 1942 en 1971 tenminste 40 maanden heeft gewerkt in een met name genoemde mijn en bepaalde longkanker of luchtwegaandoeningen heeft. Eenzelfde vergoeding wordt uitgekeerd aan ex-werknemers van uraniumverwerkende fabrieken (*millers*) en uranium transporterende firma's bij een werkduur van tenminste 1 jaar, waarbij ook ziektes aan de nieren zijn opgenomen als erkende beroepsziekte.

Een compensatie van \$50.000 wordt uitgekeerd aan de zogenaamde *downwinders*, mensen die zich tijdens bovengrondse kernproeven (1951-1962) in en rond het testgebied in Nevada bevonden. In dat geval wordt een schadevergoeding uitgekeerd als men aan leukemie, longkanker of diverse andere gespecificeerde kankersoorten lijdt. *Onsite participants*, burgers die zijn ingezet in de directe omgeving van een kernexplosie in de VS of in de testgebieden van de Pacific, komen in aanmerking voor een vergoeding van \$75.000 met een identieke lijst van erkende kankersoorten¹¹⁷.

Tot nu toe is aan een groep van bijna 9000 slachtoffers een totaalbedrag van \$591 miljoen toegekend en is de zaak van ruim 2500 slachtoffers nog in behandeling (\$183 miljoen)¹¹⁸.

¹¹⁷ Radiation Exposure Compensation Program; About the Program, RECA website www.usdoj.gov/civil/torts/const/reca, 18 juni 2001

¹¹⁸ Claims to date summary, RECA website, 26 februari 2003

In al deze gevallen geldt dus het principe dat als men **aanwezig** is geweest (volgens de hiervoor genoemde criteria) en men aan één van de **erkende kankersoorten** lijdt een schadevergoeding ontvangt.

Het U.S. Department of Veteran Affairs is verantwoordelijk voor de medische nazorg aan ex-militairen die zijn blootgesteld aan straling en voor het afwikkelen van schadeclaims bij ziektes of overlijden (nabestaanden). Waar de RECA dus de regels bevat voor compensatieclaims van burgers is Veteran Affairs verantwoordelijk voor schadeuitkeringen aan **ex-militairen**. De twee grootste groepen veteranen die aan straling werden blootgesteld zijn: 195.000 militairen die na de bommen op Hiroshima en Nagasaki (1945) in Japan gelegerd waren en 210.000 militairen die betrokken waren bij de bovengrondse kernproeven van de VS. Van de laatste groep wordt geschat dat minder dan 1% een stralingsdosis boven de 50 mSv (milliSievert) heeft ontvangen en dat de gemiddelde dosis voor een betrokkene op 6 mSv lag.

Veteran Affairs maakt daarbij onderscheid in twee programma's: het *Presumptive Program* en het *Non-presumptive Program*. Onder het *Presumptive Program* vallen veteranen die betrokken waren bij de bevrijding van Hiroshima en Nagasaki, bij kernproeven van de VS of in de uraniumverrijkingsfabrieken van Defensie. Daarbij moet men nu ziek zijn, of in geval van nabestaanden, overleden zijn aan één van de 21 kankersoorten¹¹⁹ die door Defensie zijn erkend. In deze combinatie (aanwezigheid-ziekte) komt men zonder meer in aanmerking voor compensatie.

Onder het *Non-presumptive Program* vallen de erkende en niet-erkende ziektes die mogelijk gerelateerd zijn aan straling en activiteiten van veteranen die niet in het *Presumptive Program* zijn genoemd. In dat geval wordt er voor het toekennen van een schadevergoeding eerst verder onderzoek verricht naar de ontvangen stralingsdosis. Veteran Affairs gaat er daarbij van uit dat elke kankersoort en een aantal andere ziektes (bijvoorbeeld grauwe staar, schildklierziektes en tumoren in de hersens en centrale zenuwstelsel) in principe kunnen zijn veroorzaakt door straling. Extra onderzoek moet dan uitwijzen of de wijze van blootstelling aan straling kan worden aangemerkt als oorzaak¹²⁰.

Aangezien een exacte stralingsdosis niet altijd achteraf te berekenen valt (omdat er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn) wordt er voor een reconstructie van de ontvangen dosis gebruik gemaakt van de volgende regels:

- als een precieze dosis niet berekend kan worden, maar wel een mogelijke minimale en een maximale dosis, dan gaat men uit van de hoogste dosis ("highest level of the dose range reported will be presumed");
- een extern deskundige wordt voor advies ingeschakeld als een dosisberekening van een eisende partij verschilt met de gegevens van Defensie;
- voor het geval uit officiële stukken de aanwezigheid of afwezigheid van een veteraan bij een kernproef niet blijkt, gaat men toch uit van diens aanwezigheid. Let wel: deze regel is alleen van toepassing voor kernproeven en niet voor andere werkzaamheden met straling.
- in de beoordeling wordt verder meegenomen: gevoeligheid specifieke organen, geslacht en ziektes in familie, leeftijd bij blootstelling, tijdsverloop blootstelling-ziekte, mogelijke blootstelling aan schadelijke straling en stoffen buiten diensttijd.

Al deze factoren afwegende komt men dan tot een oordeel of men wel of niet een schadeclaim toekent¹²¹.

Hoewel het in eerste instantie lijkt dat Veteran Affairs een ruime compensatieregeling kent is er ook wel kritiek op met name de reconstructie van ontvangen stralingsdoses. Onder het *Non-presumptive Program* worden de doses op basis van onvolledige gegevens berekend, vinden sommige belangenorganisaties. Volgens de National Association of Atomic Veterans (NAAV) worden de berekeningen in de meeste gevallen ("zo niet alle") gemaakt op basis van incomplete of verkeerde gegevens, "doorgaans ten nadele van de veteraan"¹²². Zo zouden sommige veteranen nooit zijn uitgerust met filmbadges of dosimeters en zou meetapparatuur niet goed zijn geijkt zodat de uitslagen niet betrouwbaar waren. De organisatie heeft ook weinig vertrouwen in de overheid als

¹¹⁹ leukemie (behalve chronic lymphocytic leukemia), en kanker aan/in schildklier, bot, hersen, borst, karteldarm, long, eierstok, keel, slokdarm, maag, darm, alvleesklier, galkanaal, galblaas, speekselklier, urinewegen, lymfeklier (behalve ziekte van Hodgkin), beenmerg, lever en longblaasjes.

¹²⁰ VA Programs For Veterans Exposed to Radiation Fact Sheet, U.S. Department of Veteran Affairs, september 2002

¹²¹ regelgeving CFR 38: Pensions, Bonuses and Veteran's Relief, par. 3.311: Claims based on exposure to ionizing radiation.

¹²² brief National Association of Atomic Veterans aan U.S. Department of veteran Affairs, 26 oktober 2002

het gaat om het bewaren van oude gegevens: delen van de archieven zijn verloren gegaan bij branden en andere dosisgegevens bleken ineens “mysterieus” weer op te duiken, ondanks dat ze verloren waren beschouwd. Volgens de NAAV is de bewijslast teveel voor rekening van de veteranen terwijl de overheid uitgaat van verkeerde berekeningen¹²³.

Volgens de internationaal bekende stralingsdeskundige Dr. Rosalie Bertell wordt er in de afwegingen van Veteran Affairs ook te weinig rekening gehouden met de effecten van lage doses straling. Zo zou men uitgaan van onderzoeken naar de effecten van de kernexplosies in Hiroshima en Nagasaki en een stralingsdosis van 10 mSv als niet-schadelijk beschouwen. Volgens Bertell klopt deze aanname niet en is ook bij lagere doses schade te verwachten. Diverse studies onder werknemers van kernwapenfabrieken hebben immers significante verhogingen van bepaalde kankersoorten geconstateerd bij stralingsdoses die lagen tussen de 1.4 en 20 mSv. In diezelfde onderzoeken bleek vaak dat allerlei kankersoorten verhoogd aanwezig waren, zij het dat er niet in alle gevallen sprake was van een significante verhoging¹²⁴.

Engeland

De regelgeving in Engeland is stricter. Het Amerikaanse criterium van aanwezigheid-(erkende)kankersoort wordt in Engeland niet gehanteerd. In Engeland zal een zieke veteraan (of nabestaanden) harder moeten aantonen dat hij is blootgesteld aan straling. Het Engelse beleid gaat er vanuit dat een slachtoffer moet aantonen dat hij is blootgesteld aan straling en dat er een oorzakelijk verband bestaat tussen de dosis en de aangetroffen ziekte. In de regelgeving heet dit officieel dat de eiser de “verantwoordelijkheid” (onus) heeft om met behulp van “betrouwbaar bewijs” (reliable evidence) aan te tonen dat er “redelijke waarschijnlijkheid” (reasonable doubt) bestaat dat een ziekte is veroorzaakt of verergerd door blootstelling aan straling. Wat betreft ziektes hanteert de Engelse overheid een soortgelijke lijst met kankersoorten die veroorzaakt zouden kunnen zijn door straling. De Engelse overheid gaat er (op basis van onderzoek in Japan) enerzijds vanuit dat schadelijke effecten van straling alleen boven de 50 mSv worden veroorzaakt. Toch wijst ze anderzijds ook op de algemeen geaccepteerde ‘regel’ dat geen enkele dosis straling (ook lage doses) volledig risicoloos is. Elke claimzaak moet daarom ook apart beoordeeld worden.

In de regel gaat men er vanuit dat men bij de kernproeven in principe niet is blootgesteld aan gevaarlijke doses straling en dus dat de aanwezigheid zelf geen reden is om tot schadevergoeding over te gaan. Alleen voor het geval van leukemie en een soort rode bloedcelkanker is aanwezigheid voldoende om tot compensatie over te gaan. In dat geval hoeft men niet aan te tonen dat men aan straling is blootgesteld. In andere gevallen zal men dus moeten onderbouwen dat men **aanwezig** is geweest bij een test, men één van de **erkende ziektes** heeft en men aan **straling is blootgesteld** en in welke hoeveelheden¹²⁵.

Een gereconstrueerd aantal van 21.357 Britse militairen en burgers zijn betrokken geweest bij bovengrondse kernproeven in Australië en de Pacific (1952-1958), decontaminatiewerkzaamheden op testlocaties in Australië (1953-1967) en bij een aantal kernproeven van de VS in 1962. Er wordt geschat dat 8% (1.716) van dit totale aantal een meetbare stralingsdosis heeft ontvangen van boven de 0,01 mSv. Ongeveer 483 betrokkenen (2,3%) heeft een dosis boven de 5 mSv ontvangen, waarvan bij 81 mensen (0,4% van het totaal) de dosis boven de 50 mSv lag¹²⁶.

Omdat men in Engeland naast de aanwezigheid en (erkende) ziekte ook moet aantonen dat men daadwerkelijk aan straling is blootgesteld zijn veteranenorganisaties weinig tevreden met dit stringente beleid. De organisaties pleiten voor een meer coulant systeem zoals dat in de VS bestaat (aanwezigheid-ziekte is voldoende onder het Presumptive Program). Door het strenge beleid zijn er ook minder compensaties uitgekeerd: rond 1998 lag dat aantal slechts op 12 en sinds dat jaar zijn er nog ongeveer 25 bij gekomen. Volgens de British Nuclear Test Veterans Association (BNTVA) worden de meeste claims in eerste aanleg afgewezen en pas in een hoger beroepsfase door onafhankelijke beroepscommissies beoordeeld op individuele aspecten. Bij toekenning kan een volledige compensatie oplopen tot 5000 Britse Pond per jaar (voor slachtoffer of nabestaanden)¹²⁷.

¹²³ “NAAV Opposes Dose Reconstruction”, *The Atomic Veteran*, september 2002

¹²⁴ Testimony of Dr. Rosalie Bertell before the United States Senate Committee on Veteran's Affairs, 21 april 1998

¹²⁵ *Policy Statement on Claims for Ionising Radiation Related Conditions (Summary)*, 25 March 2000

¹²⁶ *Mortality and Cancer Incidence 1952-1958 in UK Participants in the UK Atmospheric Nuclear Weapons Tests and Experimental Programs*, U.K. National Radiation Protection Board (NRPB), februari 2003

¹²⁷ persbericht British Nuclear Test Veterans Association, 30 september 2002

Casus dhr. Meijer

Omdat er in de VS en Engeland financiële compensatieprogramma's bestaan voor stralingsgerelateerde beroepsziektes (al dan niet onder ex-militairen) is in dit rapport een **inventariserend onderzoek** gehouden naar de voorwaarden waaronder schadevergoedingen worden uitgekeerd. We proberen bij deze de vraag te beantwoorden of dhr. Meijer in aanmerking was gekomen voor een schadevergoeding onder deze programma's als hij had gediend in het Amerikaanse of Engelse leger. Let wel: dit oordeel is gebaseerd op een inventariserend onderzoek naar de bewuste programma's. In de praktijk zijn het ingewikkelde en langdurige procedures.

Het Amerikaanse **RECA programma** is met name gericht op burgers en werknemers die betrokken zijn geweest in (kern)wapentesten of fabrieken. In de RECA is gespecificeerd bij welke activiteit in combinatie met welke kankersoort men compensatie kan krijgen. Aangezien de omschreven activiteiten uraniummijnbouw, verwerking en transport, of aanwezigheid in de nabijheid van kernproeven betreft zou dhr. Meijer nooit onder dit compensatieprogramma hebben kunnen vallen. Zijn werk of aanwezigheid bij werkzaamheden met stralingsbronnen is een andere activiteit dan onder de RECA is geaccepteerd.

Voor het compensatieprogramma van het Department of **Veteran Affairs** wordt onderscheid gemaakt tussen het Presumptive en het Non-presumptive Program. Voor het Presumptive Program geldt dat de ex-militair betrokken moet zijn geweest bij een kernproef (incl. Japan) of in de uraniumverrijkingsfabrieken van het leger moet hebben gewerkt. Daarnaast moet de veteraan lijden aan een erkende kankersoort. Kanker aan de maag of de pancreas vallen beiden onder deze lijst van 21 erkende kankersoorten. Maar aangezien het werk van dhr. Meijer geen kernproef of uraniumverrijking betrof zou hij buiten het Presumptive Program vallen.

In dat geval gelden dus de regels van het Non-presumptive Program: er wordt dan een reconstructie gemaakt van de stralingsdosis die hij ontvangen kan hebben. Zoals hierboven beschreven staat is het niet altijd mogelijk een precieze dosis te berekenen. In dat geval wordt er uit gegaan van de hoogst mogelijke dosis. In het geval van dhr. Meijer zou dan vooral het scenario van de *bronvolger* (zie hoofdstuk 5) de dosis bepalen. Een eenmalige inzet als bronvolger kon al leiden tot een dosis van 24-27,1 mSv. Ter vergelijking: de gemiddelde stralingsdosis voor betrokkenen bij kernproeven in de VS wordt geschat op 6 mSv (daaronder bevinden zich dus veteranen die onder het Presumptive Program een schadevergoeding hebben ontvangen). Bij de beoordeling worden verder nog andere factoren meegewogen (zoals gevoeligheid organen, familie, leeftijd, etc.) voordat men tot een oordeel komt over een schadevergoeding onder het Non-presumptive Program.

De **conclusie** die we kunnen trekken is dat de zaak van dhr. Meijer onder het Non-presumptive Program in behandeling was genomen. De vraag of er een compensatie zou zijn toegekend valt niet te beantwoorden.

In het **Engelse veteranenbeleid** wordt niet gewerkt met een stricte lijst activiteiten waarbij een ex-militair betrokken moet zijn geweest. Behalve kernproeven kunnen er ook andere werkzaamheden met straling onder vallen. Wat dat betreft zou het werk van dhr. Meijer dus vallen onder de regels van het Engelse beleid. Ook zijn kanker aan de maag en de pancreas erkend als mogelijk door straling veroorzaakt. Daarnaast zal men in Engeland moeten bewijzen dat er een redelijke waarschijnlijkheid is dat de ziekte veroorzaakt is door straling. Harde criteria daarvoor worden in het algemene beleid niet gegeven, elke zaak wordt apart beoordeeld waarin allerlei factoren weer worden meegenomen. Het is niet bekend hoe men in die beoordeling omgaat met het begrip "mogelijke" stralingsdosis. Van dhr. Meijer zijn immers geen dosisgegevens meer bewaard. Het scenario van de bronvolger kan leiden tot een dosis van 24-27,1 mSv. Dit is op zich hoog, vergeleken met de stralingsdoses die Engelse veteranen hebben ontvangen: slechts 1,5% (323) van de totale groep ex-betrokkenen (21.357) heeft een dosis ontvangen die boven de 10 mSv lag.

Omdat er in Engeland een sterke bewijslast bij de ex-militair ligt zou het in geval van dhr. Meijer waarschijnlijk een moeilijke zaak worden is onze eerste **conclusie**, omdat met name de dosisschatting veel onzekerheden kent.

We hebben de zaak van dhr. Meijer ook voorgelegd aan Sue Roff, deskundige op het gebied van kernproeven en Britse veteranen en werkzaam op het Center for Medical Education van de University of Dundee. Daarin hebben we haar het scenario van de bronvolger voorgelegd, maar tevens aangegeven dat er veel onzekerheden bestaan over de exacte dosis. Volgens Roff echter zou men in Engeland in dit geval: "een sterke zaak hebben voor het krijgen van een uitkering voor een situatie zoals beschreven"¹²⁸.

¹²⁸ Email Sue Roff to Laka Foundation, 29 november 2002